



(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẢNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ

(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN)
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ

(11)



1-0024954

(51)⁷ H01Q 21/24

(13) B

(21) 1-2017-00473

(22) 06/07/2015

(86) PCT/CN2015/083404 06/07/2015

(87) WO2016/015549 04/02/2016

(30) 62/029,902 28/07/2014 US; 14/609,251 29/01/2015 US

(45) 25/08/2020 389

(43) 25/04/2017 349A

(73) HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD. (CN)

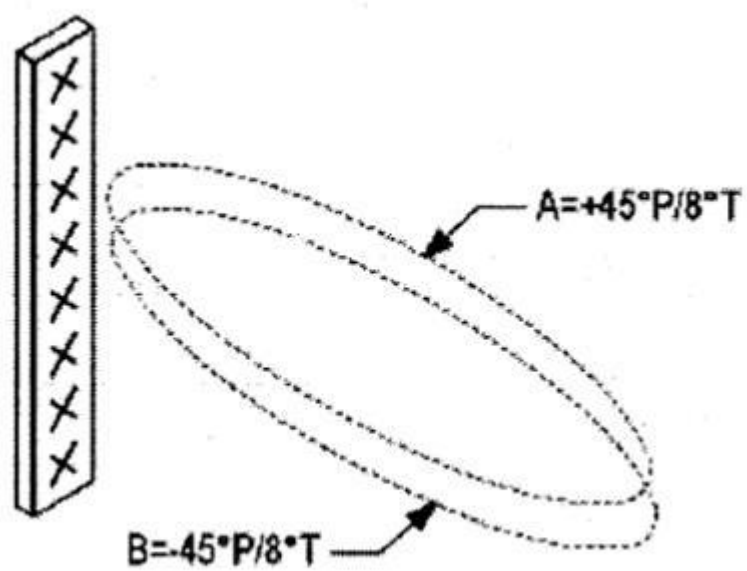
Huawei Administration Building Bantian, Longgang District Shenzhen, Guangdong 518129, China

(72) MA, Zhengxiang (US); PIAZZI, Leonard (US); ZHAO, Renjian (US); WANG, Jian (CN).

(74) Công ty Luật TNHH Phạm và Liên danh (PHAM & ASSOCIATES)

(54) PHƯƠNG PHÁP TRUYỀN THÔNG VÀ MẠCH ANTEN

(57) Sáng chế đề xuất thiết kế các anten phân cực chéo với các góc nghiêng xuống khác nhau hỗ trợ đa chức năng, như cho nhiều đầu vào nhiều đầu ra (multiple input multiple output, MIMO) hoặc tạo chùm. Theo phương án thực hiện, mạch anten bao gồm bộ xử lý tín hiệu băng gốc, cặp bộ truyền RF (radio frequency, tần số vô tuyến) được ghép nối với bộ xử lý tín hiệu băng gốc, cặp bộ khuếch đại công suất (power amplifier, PA) được ghép nối với các bộ truyền RF, bộ ghép nối lại 90°/180° được ghép nối với các bộ truyền RF, cặp bộ song công (duplexer, DUP) và hai anten được ghép nối với các PA. Hai anten được nghiêng xuống ở các góc nghiêng xuống khác nhau. Cặp tín hiệu được tạo bằng cách sử dụng bộ xử lý tín hiệu băng gốc, được truyền bởi các bộ truyền RF, và được khuếch đại bằng cách sử dụng các PA. Ngoài ra, các hiệu số pha 90° hoặc 180° được đưa vào các tín hiệu bằng cách sử dụng bộ ghép nối lại 90°/180°. Sau khi khuếch đại và đưa vào hiệu số pha, các tín hiệu được phân cực ở hai cực khác nhau và được nghiêng xuống ở các góc nghiêng xuống khác nhau bằng cách sử dụng hai anten.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế liên quan đến truyền thông mạng, và theo các phương án thực hiện cụ thể, đến thiết bị và các phương pháp cho các anten nghiêng phân cực chéo.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Ở các hệ thống anten phân cực chéo đối với các hệ thống tế bào hoặc không dây, như đối với tiến hóa dài hạn (Long Term Evolution, LTE), anten được thiết kế để phát ra hai chùm tần số vô tuyến (radio frequency, RF) phân cực chéo lần lượt ở các cực $+45^\circ$ và -45° . Ngoài ra, hai cực thiết lập góc nghiêng xuống giống nhau, chẳng hạn 8° đối với mỗi chùm trong hai chùm phân cực. Để đảm bảo hoạt động nhiều đầu vào và nhiều đầu ra (multiple-input and multiple-output, MIMO) đúng, nhiều anten phân cực chéo cần tầm bao phủ giống nhau, bị ảnh hưởng đáng kể bởi các góc nghiêng xuống của chúng. Tuy nhiên, thiết lập hiện tại của các anten phân cực chéo, với góc nghiêng xuống cố định của hai chùm phân cực chéo, không cung cấp MIMO bất kỳ hoặc chức năng tạo chùm theo chiều nâng. Cần thiết kế các anten phân cực chéo cải thiện mà cung cấp chức năng đa năng cho MIMO hoặc tạo chùm nói chung, như nâng đa năng hoặc phủ sóng ba chiều.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Theo phương án thực hiện, phương pháp bởi mạch anten bao gồm tạo cặp tín hiệu bằng cách sử dụng mạch số băng gốc, truyền các tín hiệu bằng cách sử dụng cặp bộ truyền tần số vô tuyến (radio frequency, RF) tương ứng được ghép nối với mạch số băng gốc, và khuếch đại các tín

hiệu bằng cách sử dụng cặp bộ khuếch đại công suất (power amplifier, PA) tương ứng được ghép nối với các bộ truyền RF. Phương pháp còn bao gồm đưa vào các tín hiệu một trong các hiệu số pha 90° và 180° bằng cách sử dụng khối chức năng bộ ghép nối lai 90° hoặc 180° (còn được gọi tắt ở đây là lai) được ghép nối với các bộ truyền RF. Sau khi khuếch đại và đưa vào một trong các hiệu số pha 90° và 180° , các tín hiệu được phân cực ở hai cực khác nhau bằng cách sử dụng các anten phân cực chéo một cột được ghép nối với các PA. Các tín hiệu còn được nghiêng ở các góc nghiêng xuống khác nhau bằng cách sử dụng các anten phân cực chéo một cột, và được gửi dưới dạng các chùm RF sau khi phân cực hóa và nghiêng xuống bằng cách sử dụng các anten phân cực chéo một cột.

Theo phương án thực hiện khác, mạch anten bao gồm bộ xử lý tín hiệu băng gốc, cặp bộ truyền RF được ghép nối với bộ xử lý tín hiệu băng gốc, và cặp PA được ghép nối với cặp bộ truyền RF. Mạch anten còn gồm phép lai 90° hoặc 180° được ghép nối với cặp bộ truyền RF, cặp bộ song công (duplexer, DUP) được ghép nối với cặp PA, và hai anten được ghép nối với cặp PA, trong đó hai anten được nghiêng xuống ở các góc nghiêng xuống khác nhau.

Theo phương án thực hiện khác nữa, mạch anten bao gồm bộ xử lý tín hiệu băng gốc gồm bốn cổng đầu ra, cặp bộ truyền RF thứ nhất được ghép nối với hai cổng thứ nhất bốn cổng đầu ra, cặp bộ truyền RF thứ hai được ghép nối với hai cổng thứ hai của bốn cổng đầu ra, cặp PA thứ nhất được ghép nối với cặp bộ truyền RF thứ nhất, cặp PA thứ hai được ghép nối với cặp bộ truyền RF thứ hai, lai 90° hoặc 180° thứ nhất được ghép nối với cặp bộ truyền RF thứ nhất, lai 90° hoặc 180° thứ hai được ghép nối với cặp bộ truyền RF thứ hai, cặp DUP thứ nhất được ghép nối với cặp PA thứ nhất, và cặp DUP thứ hai được ghép nối với cặp PA thứ hai. Mạch anten còn bao gồm các anten phân cực chéo thứ nhất trên cột thứ

nhất được ghép nối với cặp PA thứ nhất, và các anten phân cực chéo thứ hai trên cột thứ hai được ghép nối với cặp PA thứ hai. Các anten được phân cực chéo thứ nhất được nghiêng xuống ở các góc nghiêng xuống khác nhau, và các anten phân cực chéo thứ hai còn được nghiêng xuống ở các góc nghiêng xuống khác nhau.

Phần nêu trên đã phác thảo khá rộng các dấu hiệu của phương án thực hiện sáng chế nhằm hiểu rõ hơn phần mô tả chi tiết sau. Các dấu hiệu và các ưu điểm bổ sung theo các phương án thực hiện sẽ được mô tả ở đây, tạo đối tượng của các điểm yêu cầu bảo hộ. Các chuyên gia trong lĩnh vực nên hiểu rằng khái niệm và các phương án thực hiện cụ thể được bộc lộ có thể được hiểu như là cơ sở để chỉnh sửa hoặc thiết kế các cấu trúc khác hoặc các quá trình để thực hiện các mục đích tương tự của các phương án thực hiện được nêu ở đây. Chuyên gia trong lĩnh vực còn nên hiểu rằng các cấu trúc tương đương không xa rời phạm vi sáng chế được nêu trong các điểm yêu cầu bảo hộ đi kèm.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Để hiểu rõ hơn sáng chế, và các ưu điểm của nó, có thể tham khảo các phần mô tả sau có dựa vào các hình vẽ đi kèm, trong đó:

Fig.1 là sơ đồ minh họa hệ thống anten phân cực chéo;

Fig.2 là sơ đồ minh họa thiết kế các thành phần hệ thống anten phân cực chéo trên Fig.1;

Fig.3 là sơ đồ minh họa hệ thống anten phân cực chéo cải tiến theo phương án thực hiện;

Fig.4 là sơ đồ minh họa thiết kế các thành phần của hệ thống anten phân cực chéo cải tiến trên Fig.3 theo phương án thực hiện;

Fig.5 là sơ đồ minh họa các khu vực phủ sóng bởi hệ thống anten phân cực chéo cải tiến theo phương án thực hiện trên Fig.3;

Fig.6 là biểu đồ minh họa các kết quả mô phỏng của thông lượng người dùng trung bình cho các hệ thống anten phân cực chéo cải tiến và thông thường;

Fig.7 là biểu đồ minh họa các kết quả mô phỏng của thông lượng người dùng biên cho các hệ thống anten phân cực chéo cải tiến và thông thường;

Fig.8 là sơ đồ minh họa thiết kế các thành phần của hệ thống anten phân cực chéo cải tiến trên Fig.3 theo phương án thực hiện khác;

Fig.9 là biểu đồ minh họa các kết quả mô phỏng đối với các hệ thống anten phân cực chéo cải tiến và thông thường;

Fig.10 là biểu đồ minh họa các kết quả mô phỏng đối với các hệ thống anten phân cực chéo cải tiến và thông thường;

Fig.11 là sơ đồ minh họa hệ thống anten phân cực chéo cải tiến với hai cột theo phương án thực hiện;

Fig.12 là sơ đồ minh họa thiết kế các thành phần của hệ thống anten phân cực chéo cải tiến trên Fig.11 bằng cách sử dụng hai cột theo phương án thực hiện;

Fig.13 là biểu đồ minh họa các kết quả mô phỏng của thông lượng người dùng trung bình đối với các hệ thống anten phân cực chéo cải tiến và thông thường;

Fig.14 là biểu đồ minh họa các kết quả mô phỏng của thông lượng người dùng biên đối với các hệ thống anten phân cực chéo cải tiến và thông thường;

Fig.15 là biểu đồ minh họa các kết quả mô phỏng của thông lượng người dùng trung bình đối với các hệ thống anten phân cực chéo cải tiến và thông thường;

Fig.16 là biểu đồ minh họa các kết quả mô phỏng của thông lượng người dùng biên đối với các hệ thống anten phân cực chéo cải tiến và thông thường;

Fig.17 là biểu đồ minh họa các kết quả mô phỏng của thông lượng người dùng trung bình đối với các hệ thống anten phân cực chéo cải tiến và thông thường;

Fig.18 là biểu đồ minh họa các kết quả mô phỏng của thông lượng người dùng biên đối với các hệ thống anten phân cực chéo cải tiến và thông thường;

Fig.19 là biểu đồ minh họa các kết quả mô phỏng của thông lượng người dùng trung bình đối với các hệ thống anten phân cực chéo cải tiến và thông thường;

Fig.20 là biểu đồ minh họa các kết quả mô phỏng của thông lượng người dùng biên đối với các hệ thống anten phân cực chéo cải tiến và thông thường;

Fig.21 là sơ đồ minh họa hệ thống anten phân cực chéo cải tiến với việc phân đoạn hóa theo chiều thẳng đứng theo phương án thực hiện ;

Fig.22 là sơ đồ minh họa thiết kế các thành phần của hệ thống anten phân cực chéo cải tiến trên Fig.21 theo phương án thực hiện;

Fig.23 là biểu đồ minh họa các kết quả mô phỏng của thông lượng người dùng trung bình đối với các hệ thống anten phân cực chéo cải tiến và thông thường;

Fig.24 là biểu đồ minh họa các kết quả mô phỏng của thông lượng người dùng biên đối với các hệ thống anten phân cực chéo cải tiến và thông thường; và

Fig.25 là sơ đồ minh họa các thiết kế tùy chọn của hệ thống anten phân cực chéo cải tiến trên Fig.3 theo các phương án thực hiện;

Fig.26 là sơ đồ minh họa các thiết kế tùy chọn của hệ thống anten phân cực chéo cải tiến trên Fig.3 theo các phương án thực hiện;

Fig.27 là sơ đồ minh họa các thiết kế tùy chọn của hệ thống anten phân cực chéo cải tiến trên Fig.3 theo các phương án thực hiện;

Fig.28 là sơ đồ minh họa thiết kế các thành phần của hệ thống anten phân cực chéo cải tiến trên Fig.3 theo phương án thực hiện khác;

Fig.29 là sơ đồ minh họa thiết kế các thành phần của hệ thống anten phân cực chéo cải tiến trên Fig.3 theo phương án thực hiện khác;

Fig.30 là sơ đồ minh họa thiết kế các thành phần của hệ thống anten phân cực chéo cải tiến trên Fig.3 theo phương án thực hiện khác;

Fig.31 là sơ đồ minh họa thiết kế các thành phần của hệ thống anten phân cực chéo cải tiến trên Fig.3 theo phương án thực hiện khác;

Fig.32 là sơ đồ minh họa thiết kế các thành phần của hệ thống anten phân cực chéo cải tiến of Fig.3 theo phương án thực hiện khác;

Fig.33 là sơ đồ minh họa thiết kế các thành phần của hệ thống anten phân cực chéo cải tiến trên Fig.11 bằng cách sử dụng hai cột theo phương án thực hiện;

Fig.34 là sơ đồ minh họa thiết kế các thành phần của hệ thống anten phân cực chéo cải tiến trên Fig.11 bằng cách sử dụng hai cột theo phương án thực hiện khác; và

Fig.35 là lưu đồ minh họa phương pháp vận hành hệ thống anten phân cực chéo cải tiến theo phương án thực hiện.

Các số và ký hiệu tương ứng trên các hình vẽ khác nhau thường đề cập đến các phần tương ứng trừ khi có thông báo khác. Các hình vẽ được vẽ rõ ràng để minh họa các khía cạnh liên quan của các phương án thực hiện và không nhất thiết được vẽ theo tỷ lệ.

Mô tả chi tiết sáng chế

Việc thiết kế và bằng cách sử dụng các phương án thực hiện được ưu tiên được đề cập chi tiết dưới đây. Tuy nhiên, nên hiểu rằng sáng chế đề cập nhiều khái niệm ứng dụng được mà có thể triển khai theo nhiều ngữ cảnh cụ thể. Các phương án thực hiện cụ thể được nêu chỉ minh họa các cách thức cụ thể để thiết kế và sử dụng sáng chế, và không nhằm giới hạn các điểm yêu cầu bảo hộ.

Fig.1 thể hiện hệ thống anten phân cực chéo có thể được sử dụng cho LTE, thường được gọi là hệ thống hai bộ truyền (two transmitters, 2T). Việc thiết lập hệ thống sử dụng các anten phân cực chéo ở $\pm 45^\circ$. Hai cực được thiết lập chung góc nghiêng xuống, chẳng hạn, 8° .

Fig.2 thể hiện thiết kế các thành phần của hệ thống anten phân cực chéo trên Fig.1. Thiết kế gồm một cột 210 của các anten phân cực chéo ở $\pm 45^\circ$. Anten một cột 210 được ghép nối với hai bộ truyền (TX) RF 220. Mỗi RF Tx 220 được ghép nối, qua PA tương ứng 230 và DUP 240, đến một trong hai cực trong cột anten 210, như được thể hiện trên hình vẽ.

Để hỗ trợ hoạt động MIMO thích hợp, nhiều anten của hệ thống ở trên với thiết lập tương tự cần có chung phủ sóng. Tuy nhiên, do giới hạn góc nghiêng xuống cố định, việc thiết lập Fig.1 không tạo sự linh hoạt cho MIMO hoặc chức năng tạo chùm theo chiều nâng. Theo phương án thực hiện, các hệ thống và các phương pháp nêu ở đây đề xuất thiết kế các anten phân cực chéo với các góc nghiêng xuống khác nhau hỗ trợ chức năng đa năng cho MIMO hoặc tạo chùm. Các phương án thực hiện dưới đây được giới thiệu trong ngữ cảnh của các hệ thống LTE. Tuy nhiên, các phương tiện được nêu có thể được mở rộng sang các hệ thống tế bào thích hợp bất kỳ, như đối với truy nhập gói tốc độ cao (High Speed Packet Access, HSPA), hoặc các hệ thống không dây thích hợp khác, như đối với

mạng cục bộ không dây (Wireless Local Area Network, WLAN) hoặc WiFi.

Theo phương án thực hiện, Fig.3 thể hiện hệ thống anten phân cực chéo cải tiến cho phép các góc nghiêng xuống khác nhau cho hai cực, còn được gọi ở đây là các anten UST phân cực chéo (cross-polarized, XP). Thuật ngữ “cụ thể cho người dùng” chỉ việc nghiêng xuống của các ăng-ten theo các người dùng khác nhau đang phục vụ hoặc nhóm người dùng, và các góc nghiêng xuống có thể được thiết lập theo các vị trí của các người dùng. Cụ thể là, việc nghiêng xuống của hai anten phân cực chéo trong cột được thiết lập theo các góc nghiêng khác nhau, như 8° và 14° trong ví dụ này. Điều này cho phép khả năng lái chùm theo hướng nâng, chẳng hạn qua các phương pháp MIMO tiên mã hóa chuẩn trong LTE.

Theo phương án thực hiện, Fig.4 thể hiện thiết kế các thành phần của hệ thống anten phân cực chéo cải tiến trên Fig.3. Tx 320 riêng rẽ được ghép nối, qua PA 340 tương ứng và DUP 330, với mỗi phân cực trong hai phân cực ở cột anten 310. Ngoài ra, bộ ghép nối lai 3dB 350 (lai 90° hoặc 180°) nằm giữa cả PA 340 lẫn DUP 330, như được thể hiện trên hình vẽ. Lai 350 dùng để cân bằng phủ sóng của hai cổng bằng góc dẫn động hai TX 320. Điều này còn cho phép chia sẻ công suất giữa hai anten phân cực chéo sao cho công suất toàn phần của hai PA 340 có thể được định hướng đến anten bất kỳ nếu muốn.

Theo phương án thực hiện, Fig.5 thể hiện các khu vực phủ sóng bởi hệ thống anten phân cực chéo cải tiến trên Fig.3. Các khu vực phủ sóng đại diện ví dụ bố trí tế bào với các góc nghiêng xuống, chẳng hạn, 8° cho các khu vực chùm thấp và 14° cho các khu vực chùm cao. Bảng 1 dưới đây minh họa từ điển mã 2T và các chùm dữ liệu người dùng tương ứng có thể đạt được bằng cách sử dụng hệ thống trên Fig.3. Bảng này thể hiện

rằng các PMI (bộ chỉ báo ma trận tiền mã hóa) khác nhau tương ứng với các chùm có các góc nghiêng xuống khác nhau và các đặc trưng khác.

Bảng 1: Từ điển mã tiền mã hóa 2T và các chùm dữ liệu người dùng tương ứng

Từ điển tiền mã hóa 2T (1 lớp)		Mô tả chùm thu được cho phép lai 90° Port1=A+jB và Port2=B+jA	
2	[1, -j]	2A	Chùm P+45° T8°
3	[1, j]	2jB	Chùm P-45° T14°
0	[1, 1]	(1+j)(A+B)	Được phân cực “theo phương thẳng đứng” với góc nghiêng xuống 11°
1	[1, -1]	(1-j)(A-B)	Được phân cực “theo phương ngang” với góc nghiêng xuống 11°

Fig.6 và Fig.7 thể hiện các kết quả mô phỏng từ các mô phỏng một người dùng dựa vào thiết kế trên Fig.2 và thiết kế cải tiến trên Fig.4. Fig.6 thể hiện các kết quả cho thông lượng người dùng trung bình và Fig.7 thể hiện các kết quả cho thông lượng những người dùng biên (được định nghĩa là 5% người dùng). Hai nhóm dữ liệu được thể hiện được dán nhãn 0 ESD và S ESD. Nhóm trước giả sử không trải rộng góc nâng, trong khi nhóm sau giả sử trải rộng góc nâng khác 0 như được mô tả trong công bố: “Fulfilling the promise of massive MIMO with 2D active antenna array,” by Boon Loong Ng, et al., pp 691 – 696, Globecom Workshops (GC Wkshps), 2012 IEEE, được đưa vào làm viện dẫn. Trong mỗi nhóm dữ liệu, ba thiết kế anten khác nhau được thể hiện. Thanh bên trái thể hiện hệ thống 2T chuẩn với góc nghiêng xuống 8° cố định (được dán nhãn 2x2 T8° Baseline). Thanh ở giữa thể hiện hệ thống anten có các anten phân cực hóa chung (same-polarized, SP) ở cả +45° với các góc

ngiêng xuống 8° và 14° . Thanh bên phải thể hiện các anten phân cực chéo (cross-polarized, XP) ở $\pm 45^\circ$ với các góc nghiêng xuống 8° và 14° . Hơn 10% độ khuếch đại thu được với các anten XP ở cả thông lượng trung bình (Fig.6) lẫn thông lượng biên (Fig.7) so với hệ thống 2T chuẩn. Hiệu năng của các anten SP hơi tốt hơn hiệu năng của các anten XP mà còn nhạy hơn với việc trải rộng góc nâng.

Theo phương án thực hiện khác, Fig.8 thể hiện thiết kế các thành phần của hệ thống anten phân cực chéo cải tiến trên Fig.3. Tx 820 riêng rẽ được ghép nối, qua PA 840 tương ứng và DUP 830 riêng rẽ, với mỗi cực trong hai cực ở cột anten 810. Ngoài ra, phép lai 3dB 850 (hoặc 90° hoặc 180°) được ghép nối với đầu vào của 2T 820. Chức năng của phép lai 3dB 850 có thể được triển khai ở băng gốc số, cho phép ghép nối hai cổng băng gốc và cân bằng phủ sóng hai cổng. Tuy nhiên, trong trường hợp này, công suất tối đa có thể được phân phối tới một cực bị giới hạn bởi công suất của một PA 840. Do vậy, việc tận dụng tài nguyên PA được giảm một nửa so với thiết kế trên Fig.4. Nếu phép lai 810 được đặt sau các PA 840 (như trên Fig.4), mỗi phân cực có thể được điều khiển bằng công suất kết hợp của cả PA 840, sử dụng đầy đủ tài nguyên PA.

Khi xử lý bộ nhận thiết bị người dùng (user equipment, UE), UE gửi, đến trạm thu phát gốc (base transceiver station, BTS), PMI tốt nhất bằng cách chọn chùm anten cho thông lượng tốt nhất. Tuy nhiên, nếu bộ nhận UE có thể xem như là nhân tố trong việc tác động các chùm dữ liệu đến phần còn lại của mạng, và phản hồi PMI cho thông lượng toàn mạng tốt nhất, toàn bộ hiệu năng biên mạng có thể được tăng cường đáng kể, chẳng hạn hơn khoảng 30%. Điều này có thể được hoàn thành bởi bộ nhận UE thêm độ lệch phụ thuộc PMI vào việc tính toán thông lượng đạt được cho tất cả các từ mã PMI. Điều này chỉnh sửa phản hồi PMI từ UE, và ở đây được gọi là lựa chọn PMI thông minh. Fig.9 và Fig.10 thể hiện

các kết quả mô phỏng cho các hệ thống anten khác nhau gồm đường gốc 2x2 (Fig.1), XP 2T UST (Fig.3), và XP 2T UST với lựa chọn PMI thông minh với các giá trị độ lệch khác nhau. Các kết quả được thể hiện cho thông lượng trung bình (Fig.9) và thông lượng biên (Fig.10) đối với trường hợp 0 ESD và S ESD.

Theo phương án thực hiện, Fig.11 thể hiện hệ thống anten phân cực chéo cải tiến có hai cột. Hệ thống cho phép các góc nghiêng xuống khác nhau cho hai phân cực trong mỗi cột. Đối với mỗi cột, việc nghiêng xuống của hai anten phân cực chéo (ở $\pm 45^\circ$) được thiết lập ở các góc khác nhau, chẳng hạn ở 8° và 14° (tương tự phương tiện nêu trên cho hệ thống một cột trên Fig.3).

Theo phương án thực hiện, Fig.12 thể hiện thiết kế các thành phần của hệ thống anten phân cực chéo cải tiến trên Fig.11. Thiết kế cho mỗi cột tương tự thiết kế trên Fig.4. Đối với mỗi cột anten 1210, Tx 1220 riêng rẽ được ghép nối, qua PA 1240 tương ứng và DUP 1230 riêng rẽ, đối với mỗi phân cực trong hai phân cực trong cột anten 1210 đó. Ngoài ra, đối với mỗi cột 1210, phép lai 3dB 1250 (90° hoặc 180°) nằm giữa cả PA 1240 lẫn cả hai DUP 1230. Hệ thống và thiết kế nêu trên có thể được mở rộng sang số lượng cột thích hợp bất kỳ (chẳng hạn, 4 hoặc 8 cột). khoảng cách giữa hai cột có thể từ một nửa bước sóng hoạt động ($\lambda/2$) đến toàn bộ bước sóng (λ). Thiết kế này cho phép khả năng tạo chùm ba chiều (3D) bằng cách sử dụng 4 (hoặc nhiều hơn) TX. Bảng 2 dưới đây thể hiện ví dụ cấu hình của phép lai cho mỗi cổng (mỗi nhánh tương ứng trong 4 nhánh Tx trên Fig.12).

Bảng 2: Cấu hình lai ở 2T XP với 2 cột và các góc nghiêng xuống khác nhau

Loại lai	Cổng 0	Cổng 1	Cổng 2	Cổng 3
90°	$A+j*B$	$C+j*D$	$A-j*B$	$C-j*D$
180°	$A+B$	$C+D$	$A-B$	$C-D$

Fig.3 và Fig.14 thể hiện các kết quả mô phỏng cho các hệ thống anten khác nhau gồm đường gốc 2x2 với 1 cột và 1 góc nghiêng xuống ở 8° (Fig.1), hệ thống 4x2 với 2 cột và 1 góc nghiêng xuống ở 8°, và hệ thống trên Fig.11 với 2 cột và 2 góc nghiêng xuống ở cấu hình cổng lai 8° và 14° và 90° $A+jB$, $C+jD$, $A-jB$, $C-jD$ (có nhãn X234). Các kết quả được thể hiện cho thông lượng trung bình (Fig.13) và thông lượng biên (Fig.14) đối với 0 ESD và S ESD. Đối với tất cả các trường hợp, đạt được thông lượng cao hơn bằng cách sử dụng hệ thống trên Fig.11 (X234). Hơn 35% độ khuếch đại thu được với hệ thống X234 ở thông lượng trung bình, và hơn 45% độ khuếch đại ở thông lượng biên. Cải tiến trên hệ thống cột 4T chuẩn (hệ thống 4x2) khoảng 12% ở thông lượng trung bình, và khoảng 18% ở thông lượng biên. Độ khuếch đại này tương tự độ khuếch đại XP 2T UST trên chuẩn 2T. Toàn bộ độ khuếch đại là hiệu ứng nhân của góc phương vị và tạo chùm nâng, chẳng hạn do việc tạo chùm 3D. Các kết quả tương tự cũng được thấy đối với phép lai 180°.

Fig.15 và Fig.16 thể hiện các kết quả mô phỏng đối với hệ thống trên Fig.11 với 2 cột và 2 góc nghiêng xuống, còn được gọi ở đây là hệ thống X234. Kiểm tra ba tùy chọn triển khai bổ sung, trong đó việc gán cổng được thay đổi để có các mức độ tự do khác nhau cho góc phương vị và chiều nâng. Các tùy chọn triển khai gồm trường hợp thứ nhất với 8 chùm theo phương ngang và 4 chùm theo phương thẳng đứng, và trường hợp thứ hai với 4 chùm theo phương nằm ngang và 8 chùm theo phương thẳng đứng. Mức độ tự do hơn theo phương nằm ngang có thể có lợi thế. Các phép lai của hệ thống có thể được sử dụng để ghép nối các phân cực

khác nhau trên cùng hoặc khác cột. Các tùy chọn còn gồm trường hợp thứ ba trong đó các phép lai ghép nối phân cực $+45^\circ$ của cột 1 với phân cực -45° của cột 2, và phân cực -45° của cột 1 với phân cực $+45^\circ$ của cột 2. Các phép lai giao chéo hai cột có thể gây một số khác biệt về hiệu năng. Bảng 3 dưới đây thể hiện các cấu hình cổng cho ba trường hợp triển khai.

Bảng 3: Các cấu hình cổng của các trường hợp mô phỏng trên Fig.15 và Fig.16

Trường hợp	Cổng 0	Cổng 1	Cổng 2	Cổng 3
1	$A+j*B$	$C+j*D$	$A-j*B$	$C-j*D$
2	$A+j*B$	$A-j*B$	$C+j*D$	$C-j*D$
3	$A+j*D$	$A-j*D$	$C+j*B$	$C-j*B$

Fig.17 và Fig.18 thể hiện các kết quả mô phỏng cho hệ thống trên Fig.11 với nhiều tùy chọn triển khai hơn. Các góc nghiêng xuống của các anten phân cực giống nhau trên hai cột được giữ giống nhau để cho phép tạo chùm theo phương ngang. Nếu hai cột được nghiêng xuống khác nhau, hệ thống trở thành cột 2 phân cực chéo với 4 Tx và góc nghiêng xuống cố định và có hiệu năng thấp hơn. Bảng 4 dưới đây thể hiện các cấu hình cổng cho các trường hợp được triển khai trên Fig.17 và Fig.18, trong đó A' = phân cực $+45^\circ$ ở 8° nghiêng xuống trên cột 1, B' = phân cực -45° ở 8° nghiêng xuống trên cột 1, C' = $+45^\circ$ phân cực ở 14° nghiêng xuống trên cột 2, và D' = -45° phân cực ở 14° nghiêng xuống trên cột 2.

Bảng 4: Các cấu hình cổng của các trường hợp mô phỏng trên Fig.17 và Fig.18

Trường hợp	Cổng 0	Cổng 1	Cổng 2	Cổng 3
1	$A+j*B$	$C+j*D$	$A-j*B$	$C-j*D$
2	$A'+j*B'$	$A'-j*B'$	$C'+j*D'$	$C'-j*D'$
3	$A'+j*D'$	$A'-j*D'$	$C'+j*B'$	$C'-j*B'$

Các kết quả mô phỏng nêu trên đều dựa vào khoảng cách $\lambda/2$ giữa hai cột. Ở hệ thống được triển khai thực, khoảng cách có thể là lớn hơn. Khi khoảng cách tăng, hiệu năng có thể giảm nếu độ khuếch đại đến từ việc tạo chùm. Fig.19 và Fig.20 thể hiện các kết quả mô phỏng với khoảng cách λ giữa hai cột. Các kết quả thể hiện việc giảm thông lượng.

Đối với các ngữ cảnh phân tán người dùng có độ phân tán đáng kể, như trong các tòa nhà cao tầng, 2 cột có các góc nghiêng xuống khác nhau có thể được sử dụng để phân chia đoạn thành hai vùng phủ sóng nâng, ở đây được gọi là phân đoạn theo phương thẳng đứng, tạo khuếch đại phân đoạn. Hệ thống X234 còn có tiềm năng cải thiện thêm thông lượng tế bào qua hiệu năng MIMO đa người dùng (MU-MIMO) tốt hơn. Ngoài ra, những người dùng có thể phản hồi thông minh lựa chọn PMI bằng cách xem xét không chỉ hiệu năng của riêng chúng, mà còn hiệu năng của toàn mạng.

Theo phương án thực hiện, Fig.21 thể hiện hệ thống anten phân cực chéo cải tiến với phân đoạn theo phương thẳng đứng. Theo phương án thực hiện, Fig.22 thể hiện thiết kế các thành phần của hệ thống anten phân cực chéo cải tiến trên Fig.21. Thiết kế cho phép các chùm ở hai cột 2210 được nghiêng xuống ở các góc khác nhau để hỗ trợ 2 đoạn (mỗi cột được thiết lập bằng góc nghiêng xuống khác). Mỗi đoạn có hai TX và hai RX ở phân cực chéo $\pm 45^\circ$ ($2T2R \pm 45^\circ$). Với việc đặt phép lai 2250 sau các PA 2240, đầu ra có phân cực chéo tròn (bằng cách sử dụng phép lai 90°) hoặc phân cực chéo ngang và thẳng đứng (bằng cách sử dụng phép

lai 180°). Do vậy, phép lai số 2250 còn được thêm vào trước các PA 2240 để hủy bỏ hiệu ứng của phép lai đầu ra 2250 và khôi phục phân cực chéo $\pm 45^\circ$. Ở một số ngữ cảnh, phân cực chéo tròn hoặc phân cực chéo nằm ngang và thẳng đứng có thể được sử dụng mà không thêm phép lai số 2250 trước các PA 2240. Ngoài ra, 2 TX 2220 điều khiển cùng một cột 210 không cần đồng bộ pha.

Hệ thống trên Fig.11 có thể còn được sử dụng trong các ngữ cảnh MU-MIMO. MU-MIMO dựa vào giao thoa thấp giữa những người dùng được lập lịch đồng thời để đạt hiệu năng thỏa mãn. Các góc nghiêng xuống khác của hai cực cô lập bổ sung giữa hai người dùng được lập lịch đồng thời so với hệ thống 2T chuẩn (Fig.1), và ở đây có thể có hiệu năng tốt hơn. Ở hệ thống 2T chuẩn, việc đóng góp truyền lớp kép vào tổng thông lượng hệ thống là tương đối thấp. Có thể do thiếu cô lập đủ giữa hai phân cực. Do vậy, không mong đợi khuếch đại hiệu năng bằng cách sử dụng hệ thống 2T cho MU-MIMO. Với khả năng tạo chùm 3D của hệ thống X234 (Fig.11), những người dùng ở mức nâng đủ khác nhau và các góc phương vị có thể được ghép cặp để chia sẻ tài nguyên phổ giống nhau. Người dùng có thể còn sử dụng hai phân cực riêng rẽ, có thể giảm giao thoa lẫn nhau. Do vậy, hệ thống X234 có thể cải thiện độ khuếch đại MU-MIMO. MU-MIMO có thể có hiệu năng tương tự hoặc tốt hơn kỹ thuật phân đoạn theo phương thẳng đứng, và không yêu cầu ID tế bào bổ sung, tiềm năng giảm các chi phí bổ sung hoạt động, quản trị và quản lý (operation, administration and management, OAM).

Fig.23 và Fig.24 thể hiện các kết quả mô phỏng cho các hệ thống anten khác nhau gồm 2x2 Baseline (Fig.1), X234, và X234 với lựa chọn PMI thông minh với các giá trị độ lệch khác nhau. Nếu bộ nhận UE có thể là nhân tố tác động các dòng dữ liệu đến phần còn lại của mạng, và phản hồi PMI cho thông lượng mạng toàn phần tốt nhất, hiệu năng biên

mạng toàn phần có thể được giảm đáng kể khoảng hơn 10%. Điều này có thể hoàn thành bởi bộ nhận UE cộng với độ lệch phụ thuộc PMI vào tính toán thông lượng đạt được cho tất cả các từ mã PMI.

Như nêu trên, các hệ thống XP 2T UST trên Fig.3, Fig.11, và Fig.21 và các biến thể có thể tăng dung lượng liên kết xuống và hỗ trợ phân đoạn theo phương thẳng đứng, MU-MIMO, và lựa chọn PMI thông minh với độ khuếch đại hiệu năng liên kết xuống. Tuy nhiên, đối với các hệ thống XP 2T UST, có quan ngại về phủ sóng bổ sung. Xem xét người dùng ở biên tế bào, trong hệ thống 2T chuẩn (Fig.1), cả hai bộ truyền có thể truyền ở công suất tối đa đến người dùng bằng cách sử dụng hai anten phân cực chéo. Ở hệ thống XP 2T UST, tín hiệu của hệ thống có thể chỉ được truyền từ phân cực có góc nghiêng xuống thấp hơn. Do vậy, nếu có một bộ khuếch đại công suất điều khiển mỗi phân cực, chỉ một nửa tổng công suất khả dụng cho người dùng biên. Tất cả người dùng trong hệ thống có thể chịu đựng thực tế do cấu trúc của từ điển mã và chùm dẫn hướng. Vấn đề phủ sóng này của hệ thống XP 2T UST có thể được giải quyết qua việc đặt đúng các phép lai 90° hoặc 180° ở hệ thống để cho phép chia sẻ công suất giữa các phân cực khác nhau.

Theo các phương án thực hiện, các phép lai 90° hoặc 180° có thể được đặt ở đầu vào hoặc đầu ra của hai PA để tạo ma trận Butler 2×2 . Ma trận Butler cho phép cả hai PA điều khiển cực đơn bất kỳ. Chẳng hạn, khi chỉ một Tx hoạt động, đầu ra được phân chia đều bởi phép lai đầu vào đến cả hai PA. Các tín hiệu khuếch đại được tổ hợp bởi phép lai đầu ra thành cực tương ứng. Có hai tùy chọn cho vị trí phép lai đầu ra 2550 như được thể hiện trên Fig.25, và hai tùy chọn cho vị trí phép lai đầu vào 2650 như được thể hiện trên Fig.26, dẫn đến bốn tùy chọn giải pháp như được thể hiện trên Fig.27.

Phép lai đầu ra 2250, có thể là mạch thụ động, có thể được tích hợp với các DUP để tiết kiệm chi phí và đảm bảo hiệu năng xét về tổn hao chèn và độ chính xác pha. Có hai vị trí khả thi như được thể hiện trên Fig.25. Ở tùy chọn thứ nhất, phép lai đầu ra được đặt giữa các DUP và các PA. Điều này có thể chỉ ảnh hưởng tín hiệu truyền, và có thể chỉ cần phủ sóng băng Tx. Ở tùy chọn thứ hai, phép lai đầu ra được đặt giữa các DUP và cột anten. Điều này ảnh hưởng cả tín hiệu truyền và nhận, và cần phủ sóng cả hai băng DUP. Tùy chọn thứ nhất có thể được ưu tiên. Phép lai đầu vào có thể còn có hai vị trí như được thể hiện trên Fig.26. Ở tùy chọn thứ nhất, phép lai đầu vào được đặt giữa các PA và các TX RF tín hiệu. Đây là triển khai tương tự, không tuân theo tiền méo số (Digital Pre-Distortion, DPD). Ở tùy chọn thứ hai, phép lai đầu vào được đặt trước các TX RF số ở miền số. Điều này tương thích với DPD, và cần so khớp pha hai nhánh của chuỗi TX tương tự và PA. Tùy chọn thứ hai có thể được ưu tiên. Fig.27 thể hiện bốn lựa chọn giải pháp.

Theo phương án thực hiện khác, Fig.28 thể hiện thiết kế các thành phần của hệ thống anten phân cực chéo cải tiến trên Fig.3. Thiết kế gồm các phép lai 180° vào và ra 2850 các thành phần băng gốc gồm UST mã hóa 2860, tiền mã hóa 2870, và dữ liệu người dùng (x) 2880. Bảng 5 dưới đây thể hiện tín hiệu cho mỗi giai đoạn (hoặc thành phần) ở thiết kế. Đối với các công suất PA để được cân bằng cho tất cả các mã, tham số ϕ được gán bằng 0 hoặc π . Một tùy chọn là thiết lập $\text{Port1} = A+B$, $\text{Port2}=A-B$, với $\phi = 0$. Tùy chọn khác là thiết lập $\text{Port1} = A-B$, $\text{Port2}=A+B$, với $\phi = \pi$.

Bảng 5: Các tín hiệu cho các thành phần của thiết kế trên Fig.28

Từ điển mã tiền mã hóa 2T (Lớp 1)	Đầu ra tiền mã hóa		Đầu ra mã hóa UST		Đầu ra phép lai vào (180°)/Đầu vào PA		Đầu ra phép lai đầu ra (180°)/Đầu vào Anten	
	PO1	PO2	Tx1	Tx2	PA1	PA2	+45° pol	-45° pol
[1, 1]	X	x	2x	0	x	x	2x	0
[1, -1]	X	-x	0	$2xe^{j\phi}$	$xe^{j\phi}$	$-xe^{j\phi}$	0	$2xe^{j\phi}$
[1, j]	x	jx	$(1+j)x$	$(1-j)xe^{j\phi}$	$(1+j)(1-je^{j\phi})x/2$	$((1+j)(1+je^{j\phi})x)/2$	$(1+j)x$	$(1-j)xe^{j\phi}$
[1, -j]	x	-jx	$(1-j)x$	$(1+j)xe^{j\phi}$	$(1-j)(1+je^{j\phi})x/2$	$((1-j)(1-je^{j\phi})x)/2$	$(1-j)x$	$(1+j)xe^{j\phi}$

Lưu ý rằng đối với $\phi = 0$, đầu ra tiền mã hóa giống hệ với đầu vào PA. Một cách hiệu quả, mã hóa UST 2860 và phép lai đầu vào 2850 triệt tiêu từng đầu ra. Việc triển khai có thể được đơn giản hóa bằng thiết kế được thể hiện trên Fig.29. Thiết kế gồm phép lai 180° đầu ra 2950 và các thành phần băng gốc gồm tiền mã hóa 2960 và dữ liệu người dùng (x) 2980. Bảng 6 dưới đây thể hiện tín hiệu cho mỗi giai đoạn trong thiết kế

Bảng 6: Các tín hiệu đến các thành phần của thiết kế trên Fig.29

Từ điển mã tiền mã hóa 2T (Lớp 1)	Đầu ra tiền mã hóa		Đầu ra mã hóa UST		Đầu ra phép lai đầu vào (180°)/Đầu vào PA		Đầu ra phép lai đầu ra (180°)/Đầu vào Anten	
	PO1	PO2	Tx1	Tx2	PA1	PA2	+45° pol	-45° pol
[1, 1]	x	x	2x	0	x	x	2x	0
[1, -1]	x	-x	0	2x	x	-x	0	2x
[1, j]	x	jx	$(1+j)x$	$(1-j)x$	x	jx	$(1+j)x$	$(1-j)x$
[1, -j]	x	-jx	$(1-j)x$	$(1+j)x$	x	-jx	$(1-j)x$	$(1+j)x$

Theo phương án thực hiện khác, Fig.30 thể hiện thiết kế các thành phần của hệ thống anten phân cực chéo cải tiến. Thiết kế gồm các phép lai 90° đầu vào và đầu ra 3050 và các thành phần băng gốc gồm UST mã hóa 3060, tiền mã hóa 3070, và dữ liệu người dùng (x) 3080. Bảng 7 dưới đây thể hiện tín hiệu cho mỗi giai đoạn ở thiết kế. Đối với các công suất PA để được cân bằng cho tất cả các mã, tham số ϕ được gán bằng $\pm\pi/2$. Một tùy chọn là gán Port 1 = $A+jB$, Port2= $A-jB$, với $\phi = \pi/2$. Tùy chọn khác là để gán Port 1 = $A-jB$, Port2= $A+jB$, với $\phi = -\pi/2$.

Bảng 7: Các tín hiệu đến các thành phần của thiết kế trên Fig.30

Từ điển mã tiền mã hóa 2T (1 lớp)	Đầu ra tiền mã hóa		Đầu ra mã hóa UST		Đầu ra phép lai đầu vào (180°)Đầu vào PA		Đầu ra phép lai đầu ra (180°)Đầu vào Anten	
	PO1	PO2	Tx1	Tx2	PA1	PA2	+45° pol	-45° pol
[1, 1]	x	x	2x	0	x	jx	2jx	0
[1, -1]	x	-x	0	$2xe^{i\phi}$	$jxe^{i\phi}$	$xe^{i\phi}$	0	$2jxe^{i\phi}$
[1, j]	x	jx	$(1+j)x$	$(1-j)xe^{i\phi}$	$(1+j)(1+e^{i\phi})x/2$	$(-1+j)(1-e^{i\phi})x/2$	$(-1+j)x$	$(1+j)xe^{i\phi}$
[1, -j]	x	-jx	$(1-j)x$	$(1+j)xe^{i\phi}$	$(1-j)(1-e^{i\phi})x/2$	$((1+j)(1+e^{i\phi})x/2$	$(1+j)x$	$(-1+j)xe^{i\phi}$

Lưu ý rằng với $\phi = \pi/2$, đầu ra tiền mã hóa không giống với đầu vào PA. Đầu vào anten tương tự đầu ra mã hóa 3060 UST nhưng với dịch pha 90° . Tuy nhiên, xử lý mã hóa UST 3060 và phép lai đầu vào 3050 có thể được kết hợp trong miền số. Việc triển khai có thể được đơn giản hóa bởi thiết kế được thể hiện trên Fig.31. Thiết kế gồm phép lai 90° 3150 đầu ra và các thành phần băng gốc gồm mã hóa 90° và UST 3165 được gộp, tiền mã hóa 3170, và dữ liệu người dùng (x) 3180. Bảng 8 dưới đây thể hiện tín hiệu cho mỗi giai đoạn trong thiết kế.

Bảng 8: Các tín hiệu đến các thành phần của thiết kế trên Fig.31

Từ điển mã tiền mã hóa 2T (1 lớp)	Đầu ra tiền mã hóa		Đầu ra mã hóa UST		Đầu ra phép lai đầu vào (180°)Đầu vào PA		Đầu ra phép lai đầu ra (180°)Đầu vào Anten	
	PO1	PO2	Tx1	Tx2	PA1	PA2	+45° pol	-45° pol
[1, 1]	x	x	2x	0	x	jx	2jx	0
[1, -1]	x	-x	0	2jx	-x	jx	0	-2x
[1, j]	x	jx	$(1+j)x$	$(1+j)x$	jx	jx	$(-1+j)x$	$(-1+j)x$
[1, -j]	x	-jx	$(1-j)x$	$(-1+j)x$	-jx	jx	$(1+j)x$	$(-1+j)x$

Còn lưu ý rằng đầu vào PA tương tự đầu ra tiền mã hóa nhưng với độ dịch pha 90° , PA1 và PA2 hoán vị, và chuỗi được bố trí lại. Do các từ mã được xác định dựa vào phản hồi từ UE, chuỗi được bố trí lại không tác động lên hoạt động của hệ thống. Do vậy việc triển khai có thể còn được đơn giản hóa bởi thiết kế được thể hiện trên Fig.32. Thiết kế gồm phép lai 90° 3250 đầu ra và các thành phần băng gốc gồm tiền mã hóa 3270 và dữ liệu người dùng (x) 3280. Bảng 9 dưới đây thể hiện tín hiệu cho mỗi giai đoạn trong thiết kế.

Bảng 9: Các tín hiệu đến các thành phần của thiết kế trên Fig.31

Tín hiệu mã hóa 2T (1 lớp)	Đầu ra tiền mã hóa		Đầu ra mã hóa UST		Đầu ra phép lai đầu vào (180°)/Đầu vào PA		Đầu ra phép lai đầu ra (180°)/Đầu vào Anten	
	PO1	PO2	Tx1	Tx2	PA1	PA2	+45° pol	-45° pol
[1, 1]	x	x	2x	0	x	jx	2jx	0
[1, -1]	x	-x	0	2jx	-x	jx	0	-2x
[1, j]	x	jx	(1+j)x	(1+j)x	jx	jx	(-1+j)x	(-1+j)x
[1, -j]	x	-jx	(1-j)x	(-1+j)x	-jx	jx	(1+j)x	(-1+j)x

Ở các hệ thống theo các phương án thực hiện nêu trên, các góc nghiêng xuống truyền và nhận được gắn với nhau. Do vậy, khi hai phân cực có các góc nghiêng xuống khác nhau, hiệu năng nhận đa dạng có thể được thỏa hiệp đối với người dùng có sự mất cân bằng lớn giữa hai phân cực. Đây có thể là vấn đề cho môi trường giới hạn nhiễu, như môi trường nông thôn, so với môi trường giới hạn giao thoa. Trong môi trường giới hạn giao thoa, hiệu năng của liên kết lên thậm chí có thể được cải thiện. Vấn đề này có thể được giải quyết bằng cách thêm nhiều bộ nhận trên liên kết lên. Thay vì bằng cách sử dụng 2 Tx và hai bộ nhận (2T2R), việc triển khai 2Tx và 4 bộ nhận (2T4R) có thể được sử dụng. Các thành phần hệ thống có thể được phân chia thành hai nhóm nạp 2 bộ nhận bổ sung. Thiết kế DUP 1T2R mới còn cần thiết. Đối với các ứng dụng đa băng, thậm chí đối với 2T, hệ thống có thể có 2 cột để hỗ trợ nghiêng độc lập cho hai băng. Điều này tạo cơ hội để triển khai 2T4R và loại bỏ vấn đề đa dạng.

Theo các phương án thực hiện, hai anten cột được sử dụng để triển khai 4R để tăng cường hiệu năng liên kết lên. Điều này cho phép các tùy chọn triển khai 2T UST bổ sung. Hai chùm nghiêng xuống khác nhau có thể được thiết lập theo hai cách như được thể hiện trên Fig.33 và Fig.34. Theo thiết kế trên Fig.33, phân cực tương tự được sử dụng trên hai cột riêng rẽ 3310, tránh độ phức tạp/chi phí cùng với thiết kế cột đơn. Theo

thiết kế trên Fig.34, các cực khác nhau được sử dụng trên hai cột riêng rẽ 3410.

Theo phương án thực hiện, Fig.35 là lưu đồ minh họa phương pháp hoạt động 3500 của các hệ thống anten phân cực chéo cải tiến nêu trên. Phương pháp có thể được triển khai cho thiết kế một cột hoặc nhiều cột, đối với các hệ thống một anten hoặc nhiều anten (MIMO). Mặc dù phương pháp được mô tả theo thiết kế các thành phần trên Fig.4, song phương pháp có thể được triển khai bởi các hệ thống theo các phương án thực hiện khác nêu trên với biến thể thích hợp, cộng, hoặc đặt trật tự lại cho các bước của phương pháp. Ở bước 3510, hai tín hiệu RF được truyền bằng cách sử dụng hai TX được ghép nối với các anten phân cực chéo một cột. Ở bước 3520, mỗi tín hiệu trong hai tín hiệu được khuếch đại bằng cách sử dụng PA tương ứng nằm sau TX tương ứng. Ở bước 3530, hai tín hiệu khuếch đại được tách và sau đó được gộp thành hai tín hiệu tương tự với hiệu số pha 90° hoặc 180° bằng cách sử dụng phép lai 90° hoặc 180° . Ở bước 3540, mỗi tín hiệu trong hai tín hiệu từ phép lai 90° hoặc 180° được đưa qua, cột qua DUP tương ứng, đến các anten phân cực chéo một cột. DUP trên mỗi đầu ra trong hai đầu ra của phép lai dùng để định hướng lại tín hiệu được truyền đến hoặc được nhận từ cột anten. Ở bước 3550, hai tín hiệu từ phép lai lần lượt được phân cực ở $+45^\circ$ và -45° , nghiêng xuống ở hai góc tương ứng khác nhau (chẳng hạn, 8° và 14°), và được gửi dưới dạng các chùm RF bằng cách sử dụng các anten phân cực chéo một cột.

Theo phương án thực hiện khác, mạch anten được bộc lộ gồm phương tiện bộ xử lý tín hiệu băng gốc, cặp phương tiện TX RF được ghép nối với bộ xử lý tín hiệu băng gốc, cặp phương tiện PA được ghép nối với cặp TX RF, phép lai 90° hoặc 180° được ghép nối với cặp phương tiện TX RF, cặp phương tiện DUP được ghép nối với cặp phương tiện PA, và

hai anten được ghép nối với cặp phương tiện PA, trong đó hai anten được nghiêng xuống ở các góc nghiêng xuống khác nhau.

Trong khi một số phương án thực hiện được đề cập trong sáng chế, nên hiểu rằng các hệ thống và phương pháp được bộc lộ có thể được triển khai theo nhiều dạng cụ thể khác mà không xa rời phạm vi sáng chế. Các ví dụ này được xem là minh họa và không giới hạn, và mục đích là không bị giới hạn ở các chi tiết nêu trên. Chẳng hạn, các phần tử hoặc thành phần khác có thể được kết hợp hoặc tích hợp vào hệ thống khác hoặc các dấu hiệu cụ thể có thể bị bỏ qua, hoặc không được triển khai.

Ngoài ra, các kỹ thuật, các hệ thống, các hệ thống phụ, và các phương pháp được mô tả và minh họa theo các phương án thực hiện khác nhau dưới dạng rời rạc hoặc riêng rẽ có thể được kết hợp hoặc tích hợp với các hệ thống khác, các môđun, các kỹ thuật, hoặc các phương pháp mà không xa rời phạm vi sáng chế. Các mục khác được thể hiện hoặc đề cập như là ghép nối hoặc ghép nối trực tiếp hoặc truyền thông với nhau có thể được ghép nối gián tiếp hoặc truyền thông qua một số giao diện, thiết bị, hoặc thành phần trung gian điện, cơ khí, hoặc dạng khác. Các ví dụ khác về thay đổi, thay thế, và cải tiến là dễ hiểu bởi chuyên gia trong lĩnh vực và có thể được thực hiện mà không xa rời phạm vi được bộc lộ ở đây.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp truyền thông được thực hiện bởi mạch anten bao gồm các bước:

tạo cặp tín hiệu bằng cách sử dụng mạch số băng gốc;

biến đổi lên cặp tín hiệu được tạo bằng cách sử dụng cặp bộ truyền tần số vô tuyến (radio frequency, RF) được ghép nối với mạch số băng gốc thành các tín hiệu RF đầu ra;

khuếch đại các tín hiệu RF đầu ra bằng cách sử dụng cặp bộ khuếch đại công suất (power amplifier, PA) được ghép nối với các bộ truyền RF;

dịch pha các tín hiệu RF đầu ra được khuếch đại có độ lệch pha 90° hoặc 180° bằng cách sử dụng mạch thụ động bộ ghép nối lai 90° hoặc 180° được ghép nối với cặp PA;

phân cực các tín hiệu được dịch pha ở hai cực khác nhau bằng cách sử dụng các anten được phân cực chéo một cột được ghép nối với các PA;

định hướng các tín hiệu được phân cực ở các góc nghiêng xuống khác nhau bằng cách sử dụng các anten được phân cực chéo một cột; và

truyền các tín hiệu được phân cực được định hướng dưới dạng các chùm RF bằng cách sử dụng các anten được phân cực chéo một cột.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó phương pháp còn bao gồm bước song công các tín hiệu được dịch pha.

3. Phương pháp theo điểm 1, trong đó phương pháp còn bao gồm bước dịch pha các tín hiệu được biến đổi lên thêm góc 90° hoặc 180° bằng cách sử dụng mạch thụ động bộ ghép nối lai 90° hoặc 180° thứ hai sau khi biến đổi lên các tín hiệu bằng cách sử dụng các bộ truyền RF và trước khi khuếch đại các tín hiệu RF đầu ra bằng cách sử dụng các PA.

4. Phương pháp theo điểm 3, trong đó việc tạo cặp tín hiệu bằng cách sử dụng mạch số băng gốc bao gồm các bước:

tiền mã hóa dữ liệu người dùng; và

mã hóa dữ liệu người dùng được tiền mã hóa theo định hướng các tín hiệu được phân cực.

5. Phương pháp theo điểm 1, trong đó phương pháp còn bao gồm bước dịch pha các tín hiệu được tạo bằng cách sử dụng thành phần xử lý tín hiệu số bộ ghép nối lai 90° hoặc 180° trước khi biến đổi lên các tín hiệu được tạo bằng cách sử dụng các bộ truyền RF.

6. Phương pháp theo điểm 1, trong đó phương pháp còn bao gồm các bước:

tạo cặp tín hiệu thứ hai bằng cách sử dụng mạch số băng gốc;

biến đổi lên cặp tín hiệu thứ hai được tạo bằng cách sử dụng cặp bộ truyền RF thứ hai được ghép nối với mạch số băng gốc thành các tín hiệu RF đầu ra thứ hai;

khuếch đại các tín hiệu RF đầu ra thứ hai bằng cách sử dụng cặp PA thứ hai được ghép nối với cặp bộ truyền RF thứ hai;

dịch pha các tín hiệu thứ hai được khuếch đại có độ lệch pha 90° hoặc 180° bằng cách sử dụng khối chức năng bộ ghép nối lai 90° hoặc 180° thứ hai được ghép nối với cặp bộ truyền RF thứ hai;

sau khi dịch pha các tín hiệu RF đầu ra thứ hai được khuếch đại, phân cực các tín hiệu thứ hai được dịch pha ở hai cực khác nhau bằng cách sử dụng các anten được phân cực chéo một cột thứ hai được ghép nối với cặp PA thứ hai;

định hướng các tín hiệu thứ hai được phân cực ở các góc khác nhau bằng cách sử dụng các anten được phân cực chéo một cột thứ hai; và

gửi các tín hiệu thứ hai được định hướng dưới dạng các chùm RF bằng cách sử dụng các anten được phân cực chéo một cột thứ hai.

7. Phương pháp theo điểm 1, trong đó việc tạo cặp tín hiệu còn bao gồm bước tiền mã hóa cặp tín hiệu bằng cách sử dụng phương pháp tiền mã hóa chuẩn cho nhiều đầu vào nhiều đầu ra (multiple-input and multiple-output, MIMO) trong truyền thông tiến hóa dài hạn (Long Term Evolution, LTE).

8. Phương pháp theo điểm 1, trong đó mạch anten là một phần của trạm thu phát gốc (base transceiver station, BTS) truyền thông với thiết bị người dùng (user equipment, UE), trong đó tạo cặp tín hiệu còn bao gồm tiền mã hóa cặp tín hiệu theo phản hồi bộ chỉ báo ma trận tiền mã hóa (Precoding Matrix Indicator, PMI) thông minh từ UE, trong đó phản hồi PMI thông minh bao gồm độ lệch phụ thuộc PMI được thêm vào các phép tính UE của thông lượng đạt được cho tất cả các từ mã PMI, và trong đó độ lệch phụ thuộc PMI là nhân tố trong tác động của các chùm dữ liệu đối với UE đến các tế bào lân cận.

9. Mạch anten bao gồm:

bộ xử lý tín hiệu băng gốc;

cặp bộ truyền RF được ghép nối với bộ xử lý tín hiệu băng gốc;

cặp PA được ghép nối với cặp bộ truyền RF;

bộ ghép nối lai 90° hoặc 180° được ghép nối với cặp bộ truyền RF, trong đó bộ ghép nối lai 90° hoặc 180° được đặt sau cặp PA, trong đó bộ ghép nối lai 90° hoặc 180° là mạch RF đưa vào độ lệch pha 90° hoặc 180° giữa hai tín hiệu đến từ cặp PA;

cặp bộ song công (duplexer, DUP) được ghép nối tiếp với cặp PA và nối tiếp với bộ ghép nối lai 90° hoặc 180° ; và

hai anten phân cực chéo được ghép nối với cặp PA, trong đó độ lệch pha góc nghiêng xuống của hai anten phân cực chéo xuất ra từ bộ ghép nối lai 90° hoặc 180° ở các góc nghiêng xuống khác nhau, và trong đó bộ ghép nối lai 90° hoặc 180° và cặp DUP được đặt giữa cặp PA và hai anten phân cực chéo.

10. Mạch anten theo điểm 9, trong đó hai anten phân cực chéo trên một cột anten.

11. Mạch anten theo điểm 9, trong đó anten phân cực chéo thứ nhất của hai anten phân cực chéo trên một cột, và trong đó anten phân cực chéo thứ hai của hai anten phân cực chéo trên cột khác.

12. Mạch anten theo điểm 9, trong đó bộ ghép nối lai 90° hoặc 180° được đặt giữa cặp DUP và cặp PA.

13. Mạch anten theo điểm 12, trong đó mạch còn bao gồm bộ ghép nối lai 90° hoặc 180° thứ hai được đặt giữa cặp bộ truyền RF và cặp PA.

14. Mạch anten theo điểm 13, trong đó bộ xử lý tín hiệu băng gốc bao gồm:

khối mã hóa nghiêng cụ thể cho người dùng (user specific tilt, UST) mã hóa được ghép nối với cặp bộ truyền RF; và

khối tiền mã hóa dữ liệu được ghép nối với khối mã hóa UST.

15. Mạch anten theo điểm 12 còn bao gồm bộ ghép nối lai 90° hoặc 180° thứ hai được đặt giữa cặp bộ truyền RF và bộ xử lý tín hiệu băng gốc.

16. Mạch anten theo điểm 12, trong đó bộ ghép nối lai 90° hoặc 180° là bộ ghép nối lai 90° , và trong đó bộ xử lý tín hiệu băng gốc bao gồm:

bộ ghép nối lai 90° được kết hợp và khối mã hóa UST được ghép nối với cặp bộ truyền RF; và

khối tiền mã hóa dữ liệu được ghép nối với khối mã hóa UST.

17. Mạch anten theo điểm 9, trong đó mạch còn bao gồm bộ ghép nối lai 90° hoặc 180° thứ hai được đặt giữa cặp bộ truyền RF và bộ xử lý tín hiệu băng gốc.

18. Mạch anten theo điểm 9, trong đó mạch còn bao gồm bộ ghép nối lai 90° hoặc 180° thứ hai được đặt giữa cặp bộ truyền RF và cặp PA.

19. Mạch anten theo điểm 9, trong đó bộ ghép nối lai 90° hoặc 180° được đặt giữa cặp DUP và hai anten.

20. Mạch anten theo điểm 19, trong đó mạch còn bao gồm bộ ghép nối lai 90° hoặc 180° thứ hai được đặt giữa cặp bộ truyền RF và bộ xử lý băng gốc.

21. Mạch anten theo điểm 19, trong đó mạch còn bao gồm bộ ghép nối lai 90° hoặc 180° thứ hai được đặt giữa cặp bộ truyền RF và cặp PA.

22. Mạch anten bao gồm:

bộ xử lý tín hiệu băng gốc bao gồm bốn cổng ra;

cặp bộ truyền RF thứ hai được ghép nối với hai cổng thứ nhất của bốn cổng đầu ra;

cặp bộ truyền RF thứ hai được ghép nối với hai cổng thứ hai của bốn cổng đầu ra;

cặp PA thứ nhất được ghép nối với cặp bộ truyền RF thứ nhất;

cặp PA thứ hai được ghép nối với cặp bộ truyền RF thứ hai;

bộ ghép nối lai 90° hoặc 180° thứ nhất được ghép nối với cặp bộ truyền RF thứ nhất, trong đó bộ ghép nối lai 90° hoặc 180° thứ nhất được đặt sau cặp PA thứ nhất, trong đó bộ ghép nối lai 90° hoặc 180° thứ nhất là mạch RF thứ nhất đưa vào độ lệch pha 90° hoặc 180° giữa hai tín hiệu đầu vào từ cặp PA thứ nhất;

bộ ghép nối lai 90° hoặc 180° thứ hai được ghép nối với cặp bộ truyền RF thứ hai, trong đó bộ ghép nối lai 90° hoặc 180° thứ hai được đặt sau cặp PA thứ hai, và trong đó bộ ghép nối lai 90° hoặc 180° thứ hai là mạch RF thứ hai đưa vào độ lệch pha 90° hoặc 180° giữa hai tín hiệu từ cặp PA thứ hai;

cặp DUP thứ nhất được ghép nối tiếp với cặp PA thứ nhất và nối tiếp với bộ ghép nối lai 90° hoặc 180° thứ nhất;

cặp DUP thứ hai được ghép nối tiếp với cặp PA thứ hai và nối tiếp với bộ ghép nối lai 90° hoặc 180° thứ hai;

các anten phân cực chéo thứ nhất trên cột thứ nhất được ghép nối với cặp PA thứ nhất, trong đó cặp DUP thứ nhất và bộ ghép nối lai 90° hoặc 180° thứ nhất được đặt giữa cặp PA thứ nhất và các anten phân cực chéo thứ nhất, và trong đó độ lệch pha góc nghiêng xuống của anten phân cực theo thứ nhất xuất ra từ bộ ghép nối lai 90° hoặc 180° thứ nhất ở các góc nghiêng xuống khác nhau; và

các anten phân cực chéo thứ hai trên cột thứ hai được ghép nối với cặp PA thứ hai, trong đó cặp DUP thứ hai và bộ ghép nối lai 90° hoặc 180°

thứ hai được đặt giữa cặp PA thứ hai và các anten phân cực chéo thứ hai, và trong đó độ lệch pha góc nghiêng xuống của anten phân cực chéo thứ hai xuất ra từ bộ ghép nối lai 90° hoặc 180° thứ hai ở các góc nghiêng xuống khác nhau.

23. Mạch anten theo điểm 22, trong đó bộ ghép nối lai 90° hoặc 180° thứ nhất được đặt giữa cặp DUP thứ nhất và cặp PA thứ nhất, và trong đó bộ ghép nối lai 90° hoặc 180° thứ hai được đặt giữa cặp DUP thứ hai và cặp PA thứ hai.

24. Mạch anten theo điểm 22, trong đó anten thứ nhất của các anten phân cực chéo thứ nhất có cùng phân cực và góc nghiêng xuống của anten thứ nhất của các anten phân cực chéo thứ hai, và trong đó anten thứ hai của các anten phân cực chéo thứ nhất có cùng phân cực và góc nghiêng xuống của anten thứ hai của các anten phân cực chéo thứ hai.

25. Mạch anten theo điểm 22, trong đó mạch anten còn bao gồm:

bộ ghép nối lai 90° hoặc 180° thứ ba được đặt giữa cặp bộ truyền RF thứ nhất và bộ xử lý tín hiệu băng gốc; và

bộ ghép nối lai 90° hoặc 180° thứ tư được đặt giữa cặp bộ truyền RF thứ hai và bộ xử lý tín hiệu băng gốc.

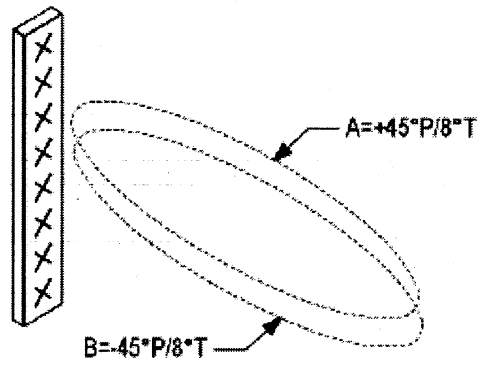


Fig.1

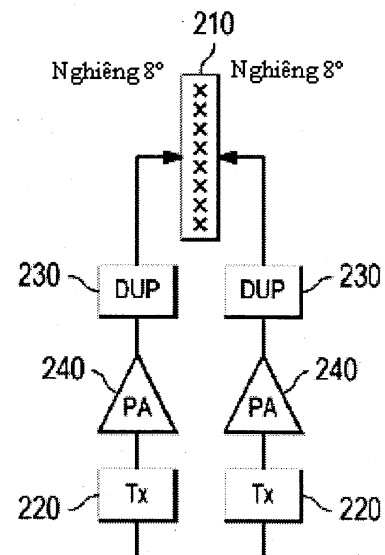


Fig.2

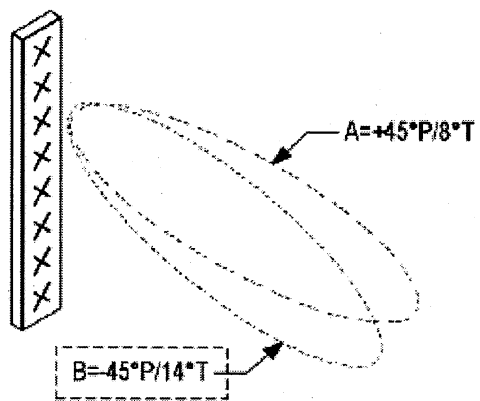


Fig.3

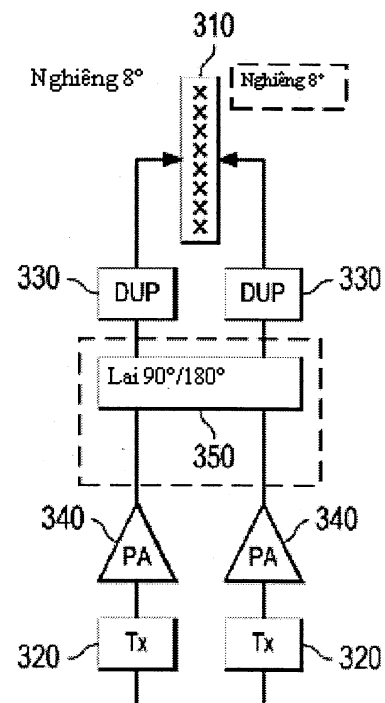


Fig.4

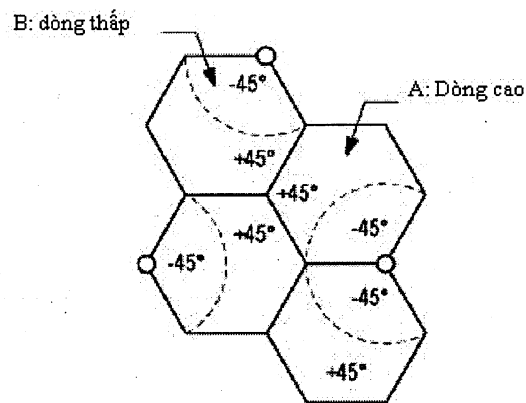


Fig.5

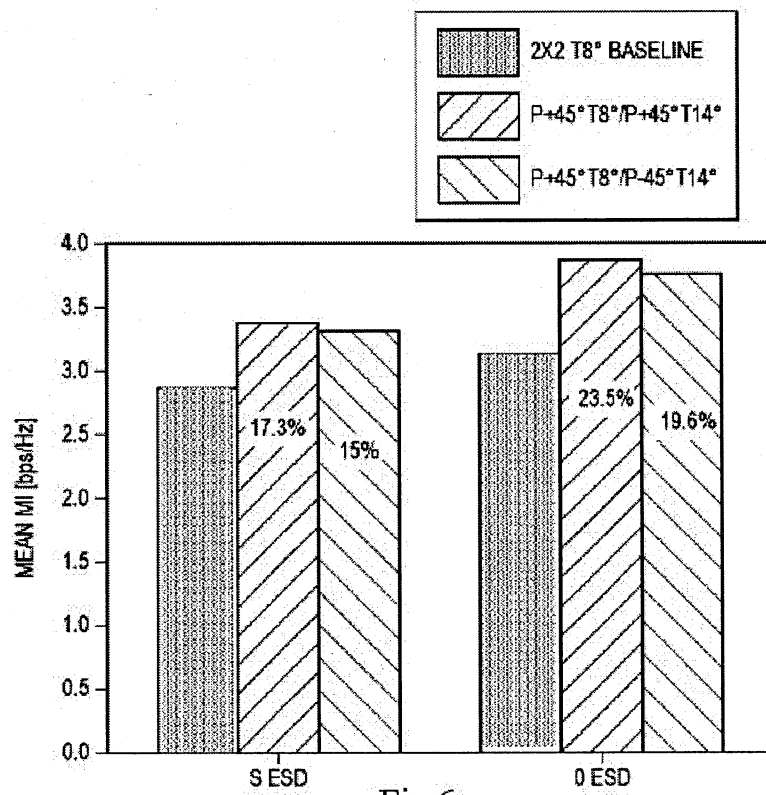


Fig.6

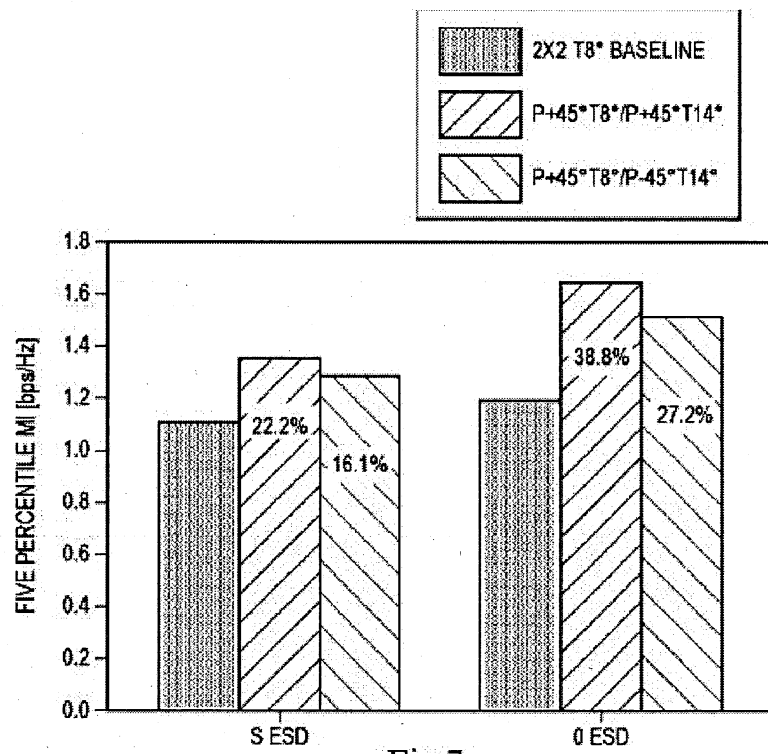


Fig.7

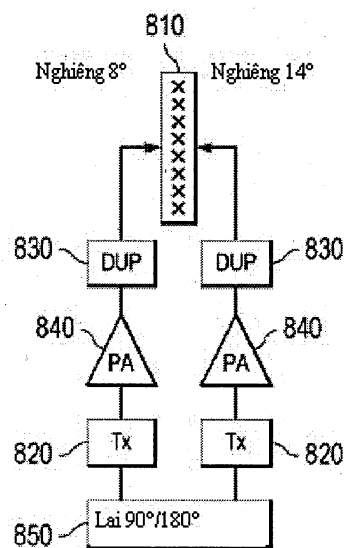
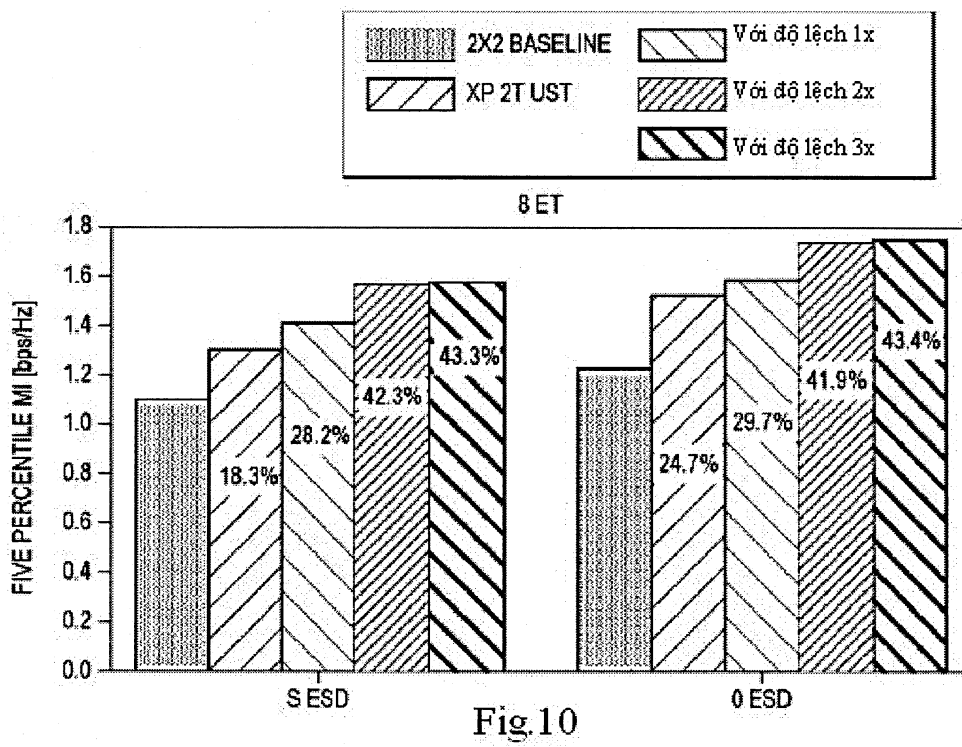
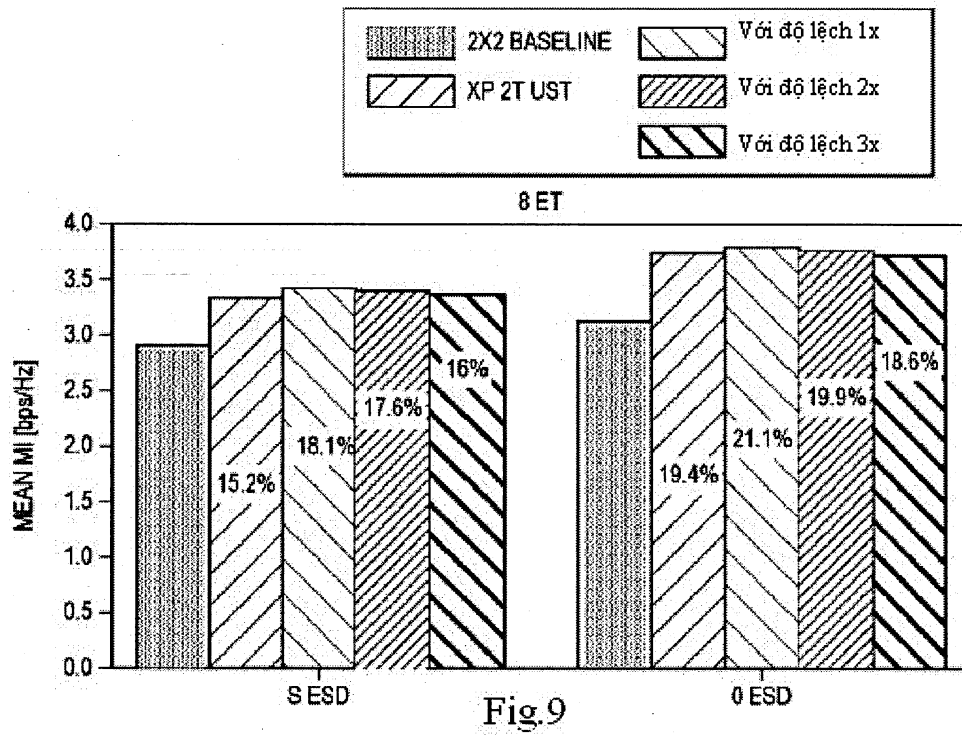


Fig.8



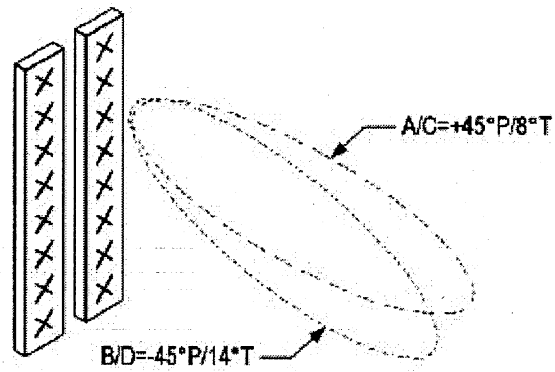


Fig. 11

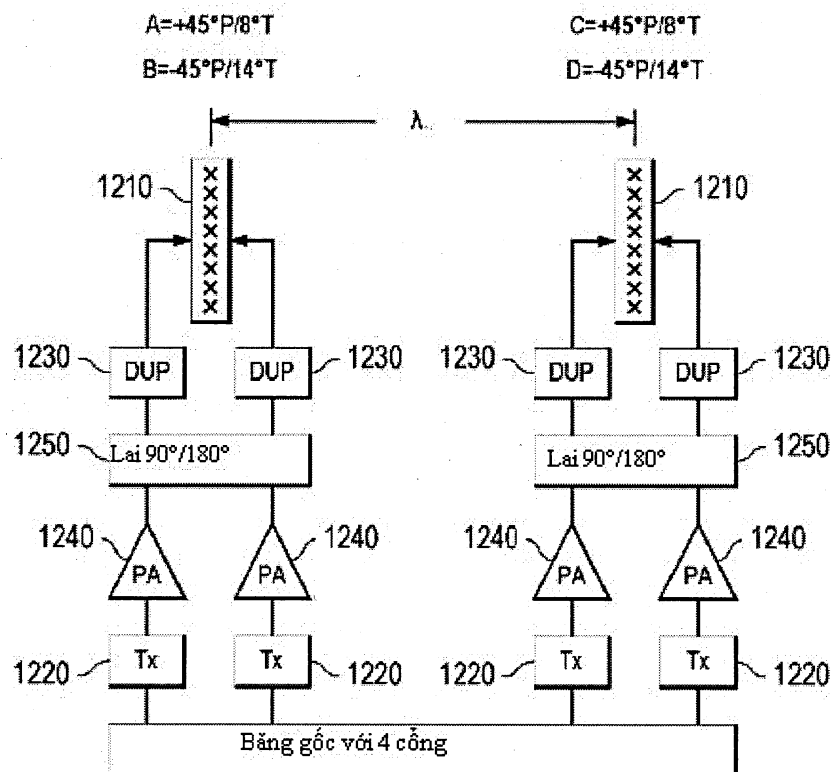


Fig. 12

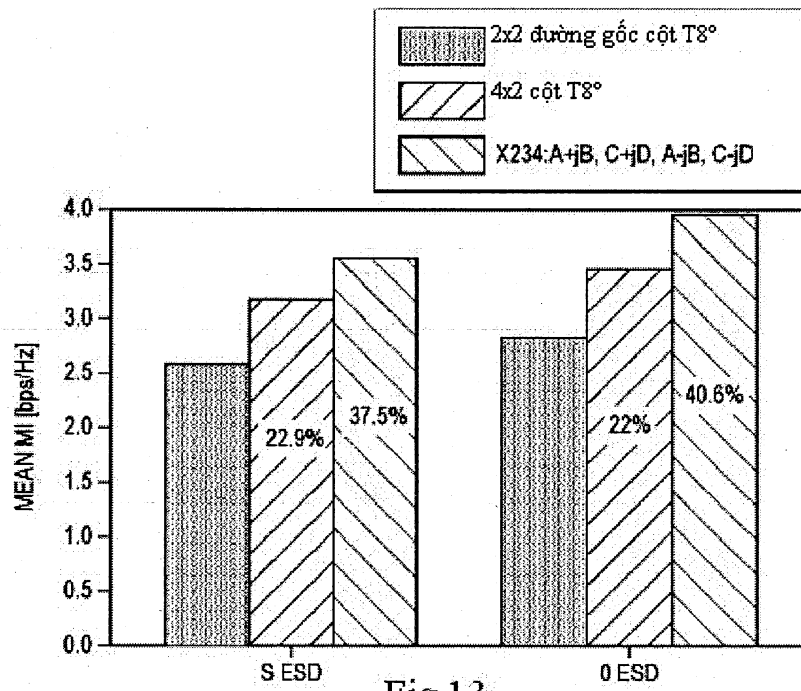


Fig.13

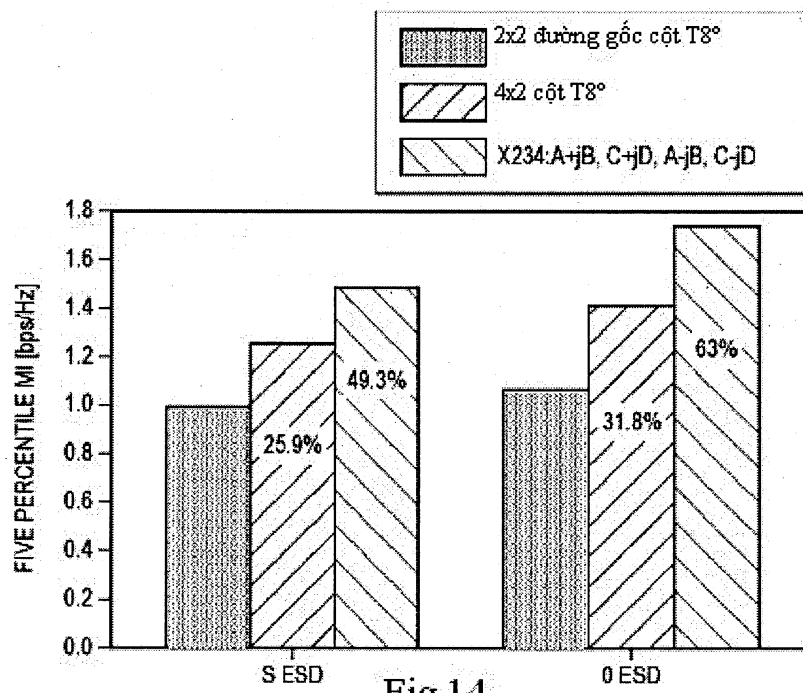


Fig.14

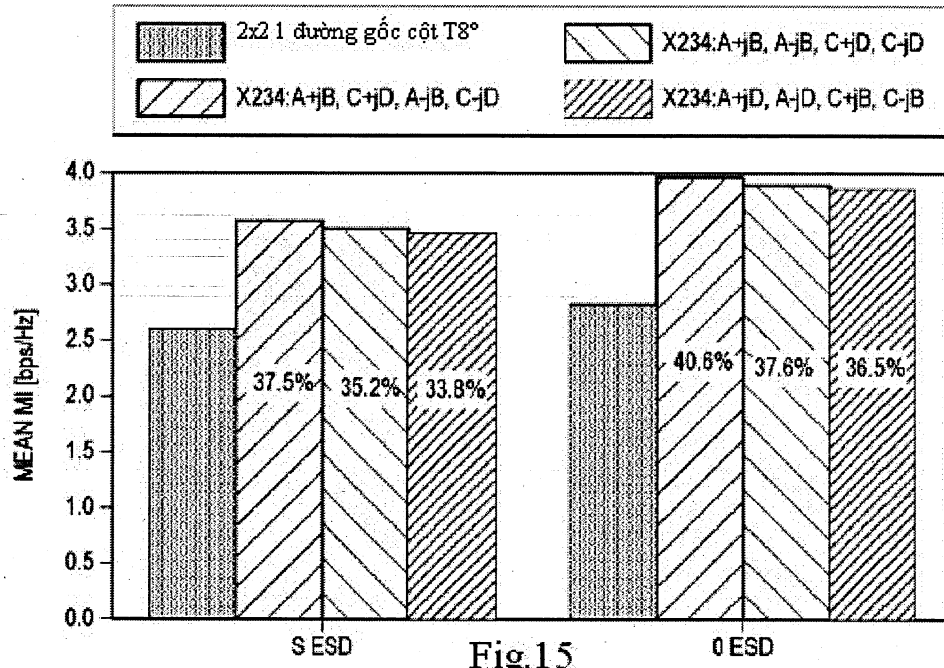


Fig.15

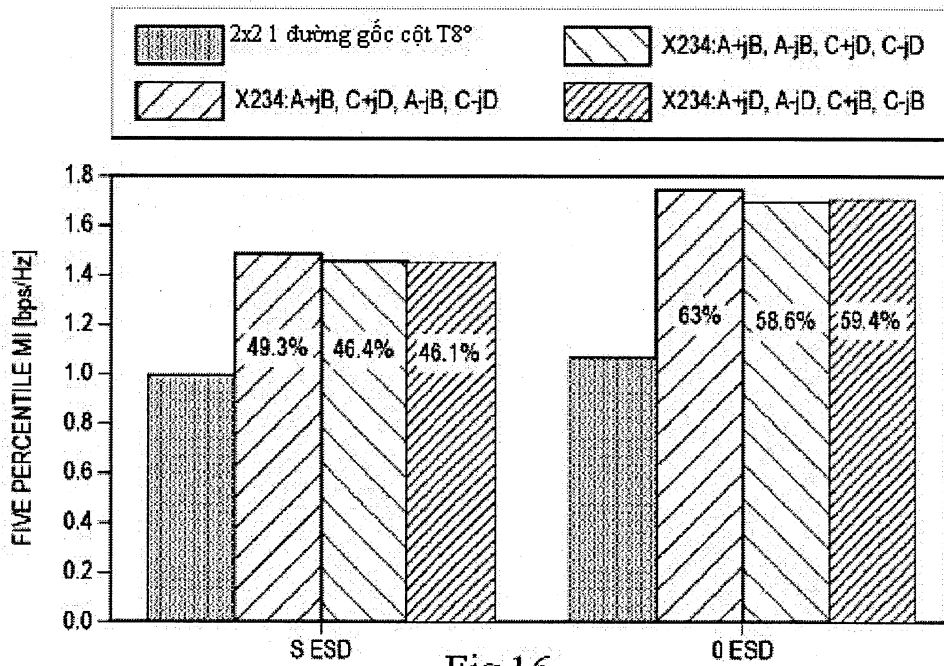
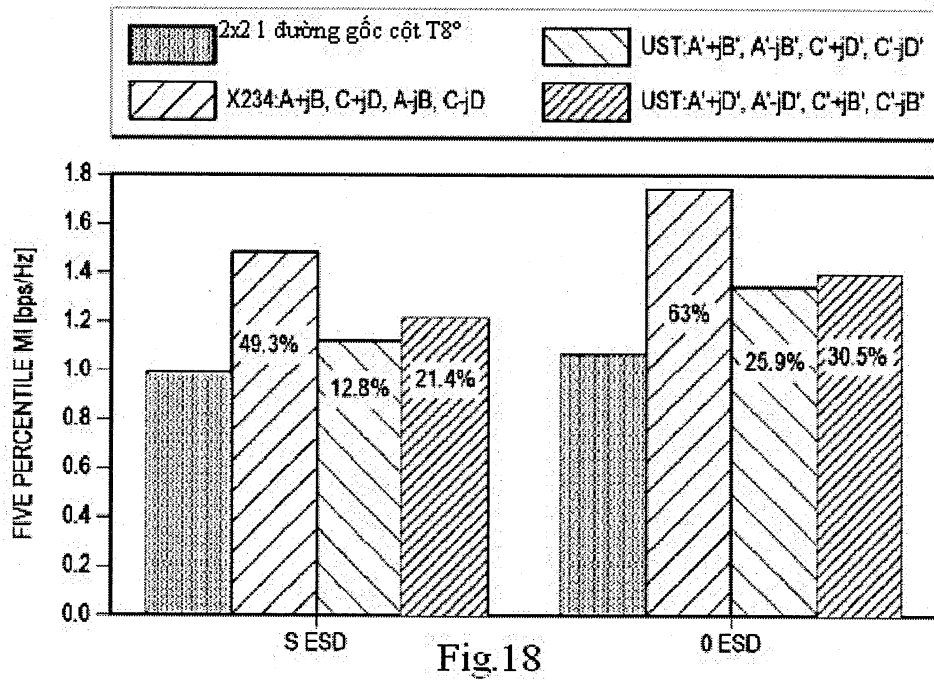
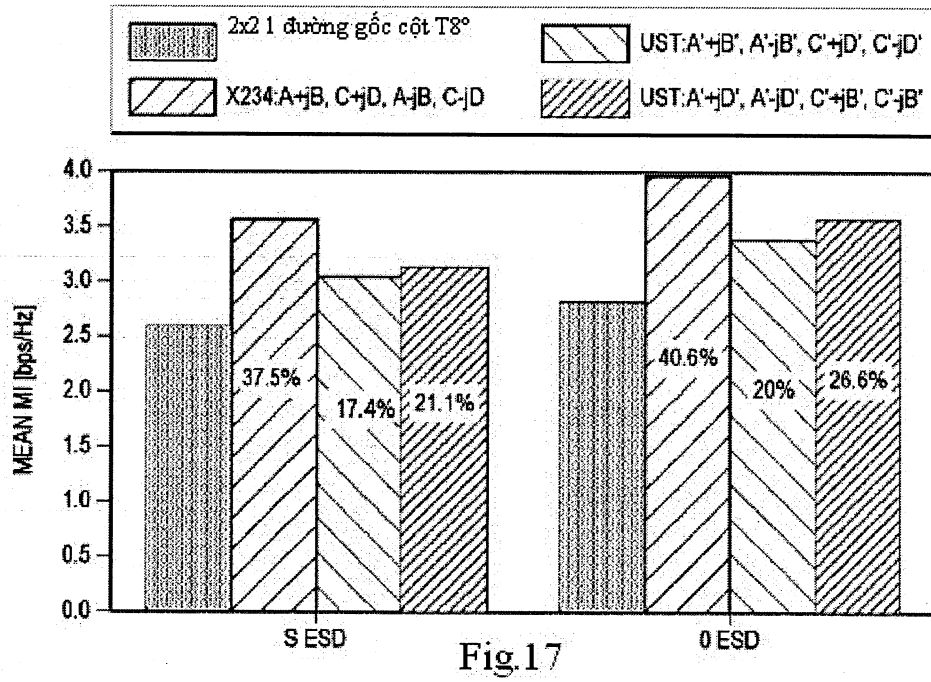
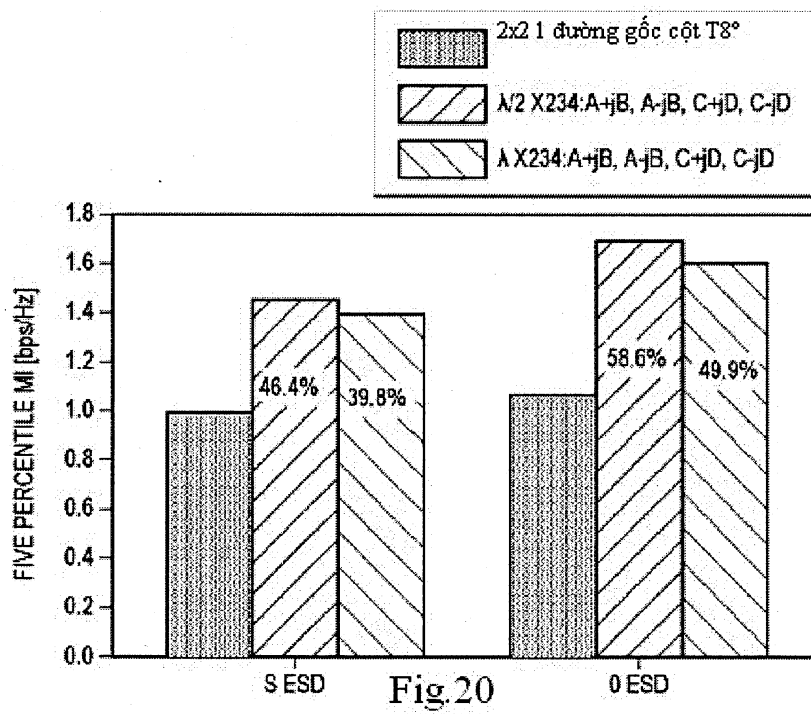
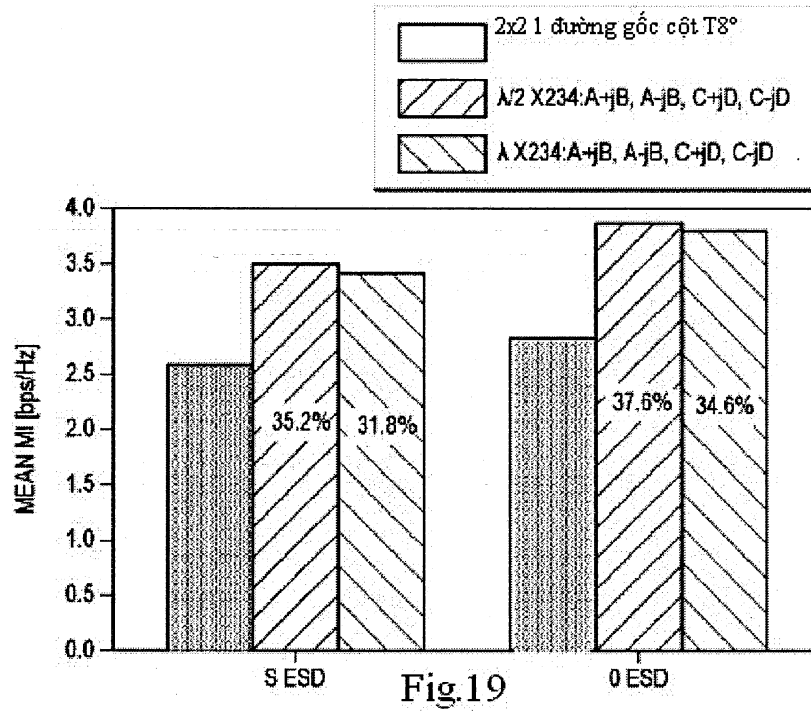


Fig.16





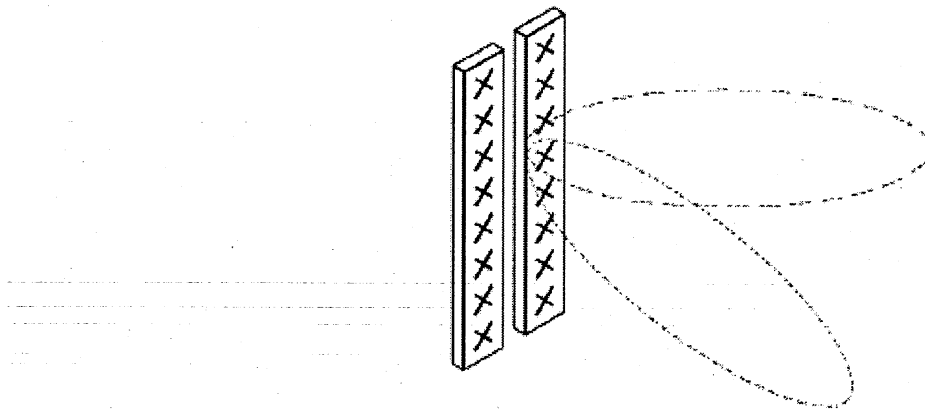


Fig. 21

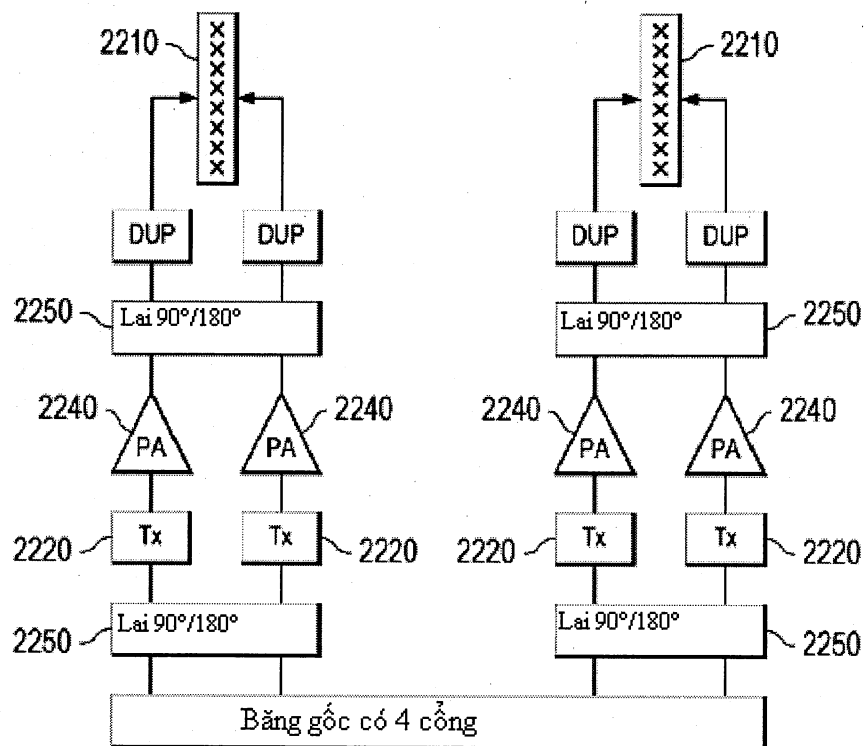
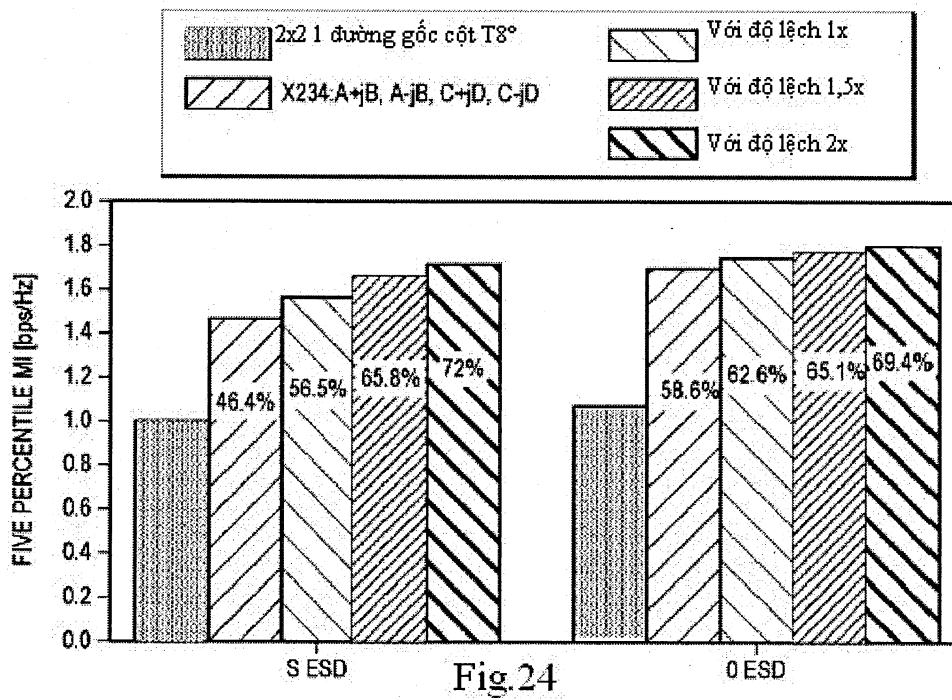
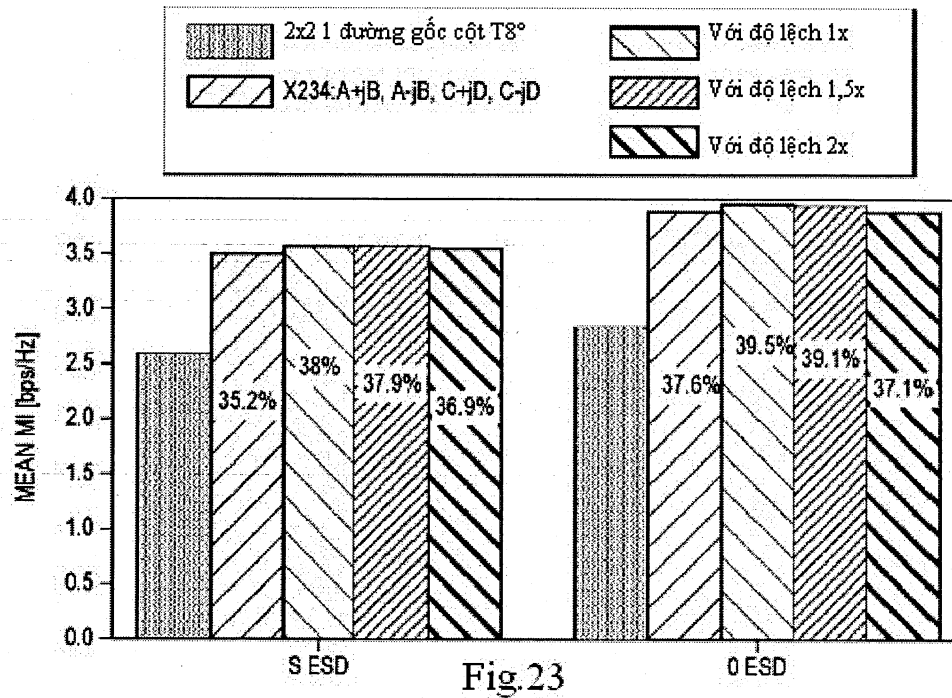


Fig. 22



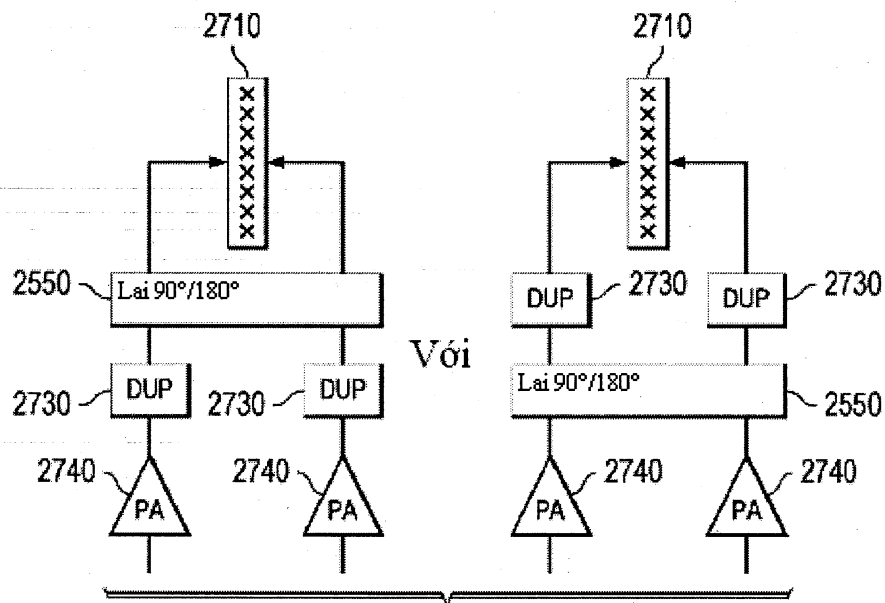


Fig. 25

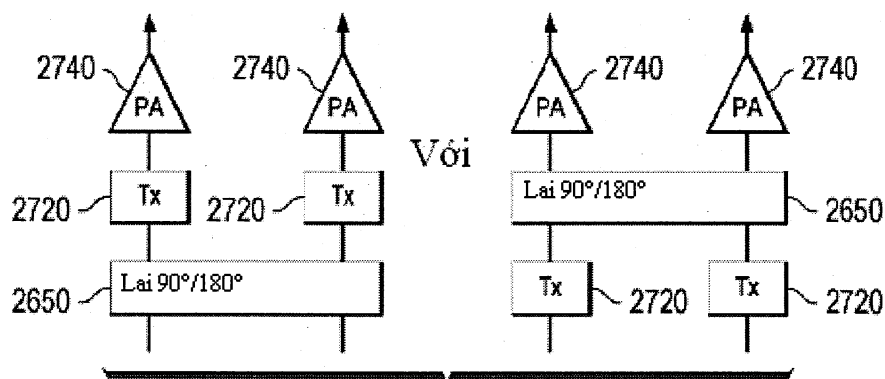
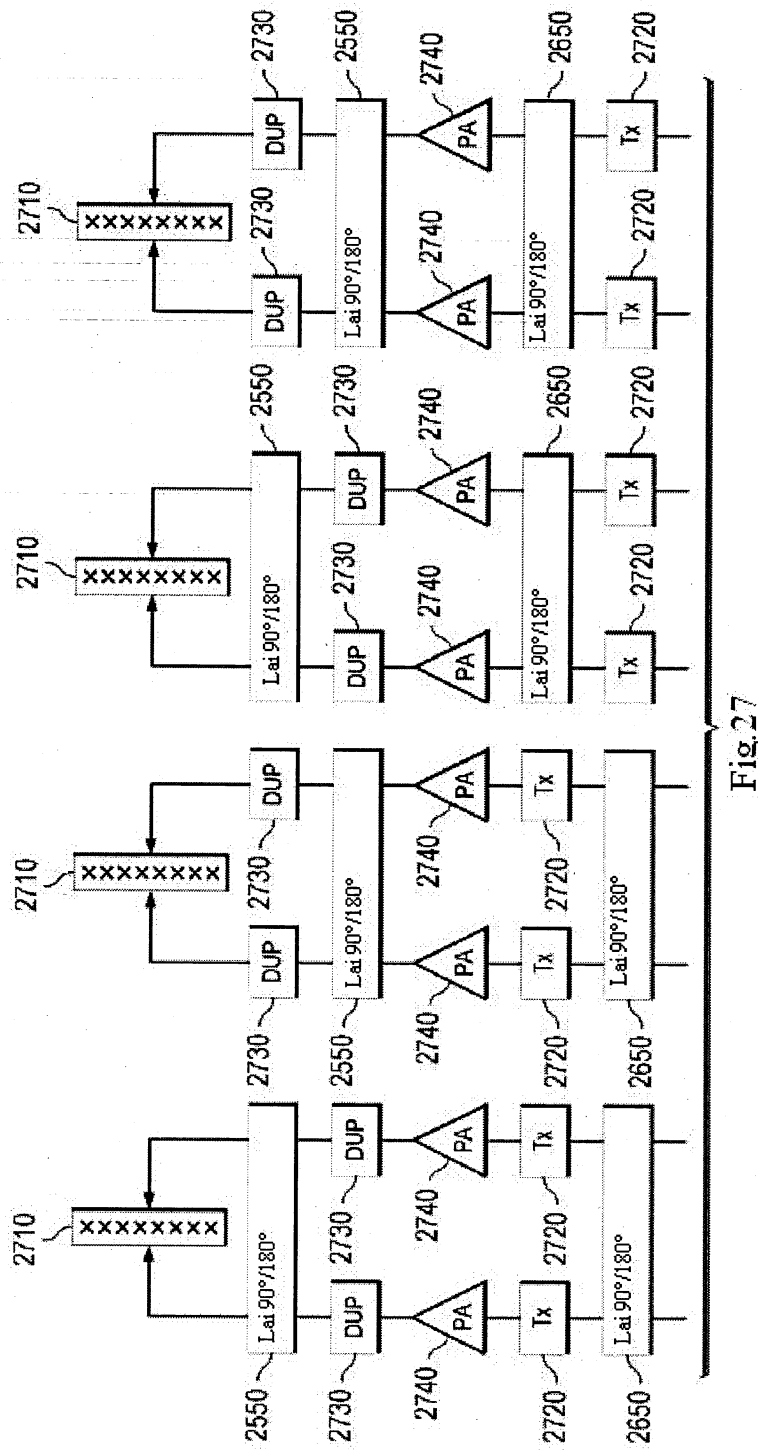


Fig. 26



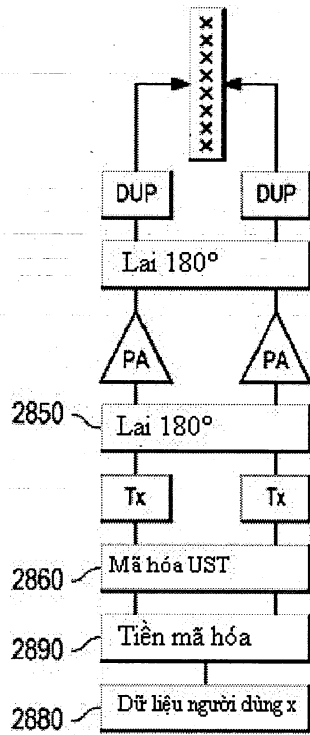


Fig. 28

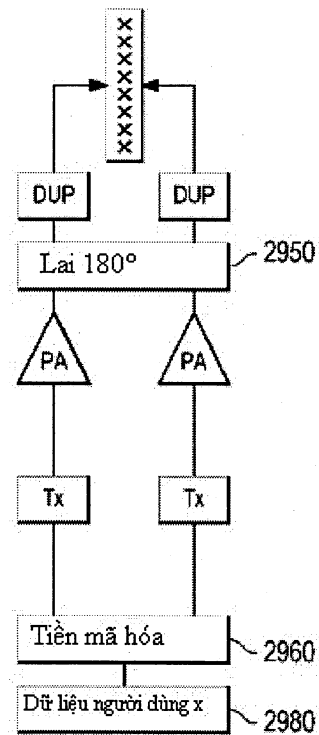


Fig. 29

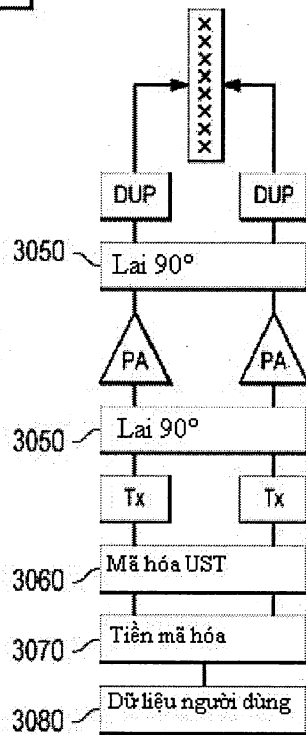


Fig. 30

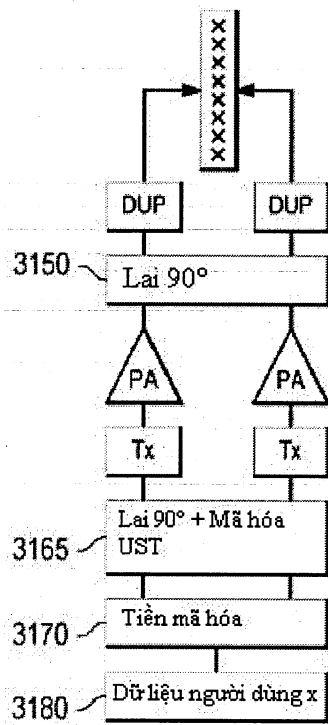


Fig.31

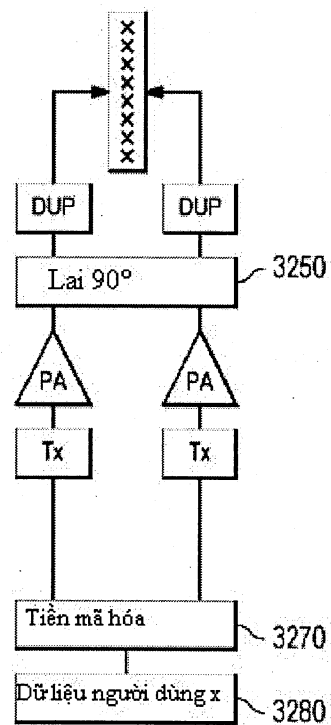


Fig.32

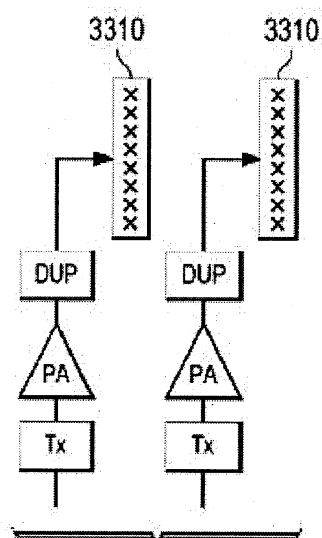


Fig.33

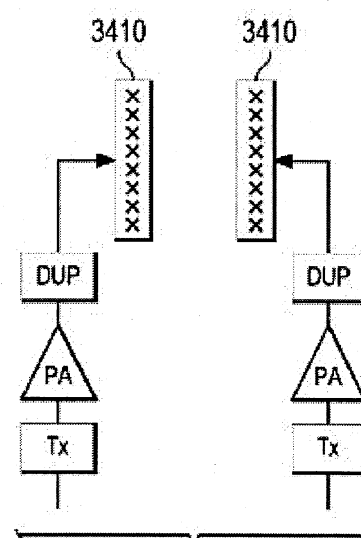


Fig.34

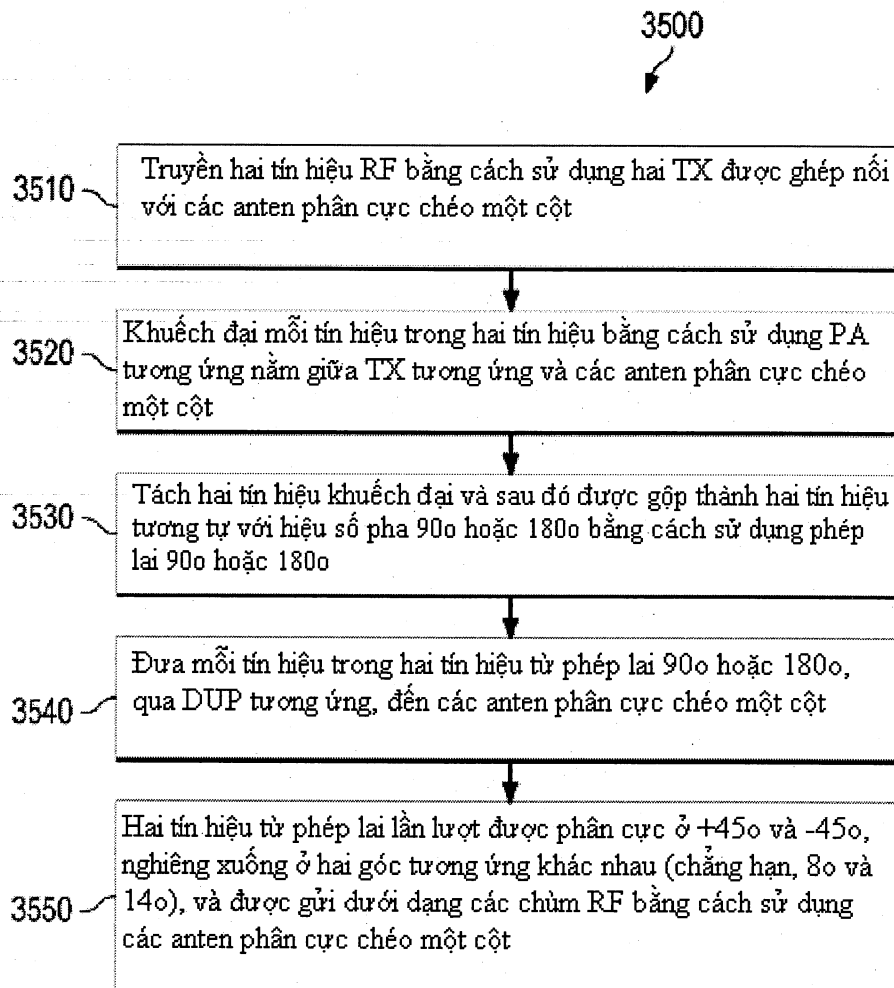


Fig.35